

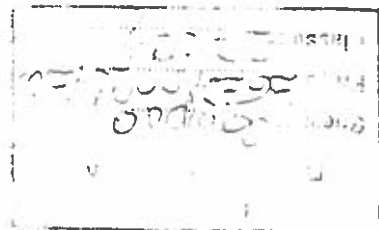
edusp



BIBLIOTHECA NACIONAL
MILITARY LIBRARY

O JARDIM DE GRANITO

Anne Whiston Spin

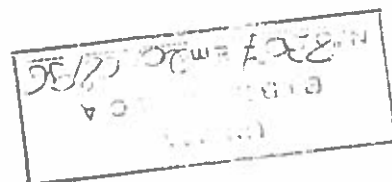


A NATUREZA NO DESENHO DA CIDADE

O JARDIM DE GRANITO

Anne Whiston Spurr

Cristina Cotta Araújo Rego



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Camara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Spurr, Anne Whiston, 1917

(1) Jardim de Granito; A Natureza no Descendo da Cidade / Anne Whiston Spurr; tradução de Paulo Renato Mesquita Pellegrino. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995. (Ponta, 11)

Bibliografia.

ISBN: 85-114-0158-5

I. Ecologia humana. 2. Paisagismo. 3. Planejamento urbano - Aspectos ambientais. I. Título. II. Série

95-1070

CIPD-363.70091732

Índices para catálogo sistemático

I. Paisagismo urbano. Problemas sociais. 363.70091732

Direitos reservados à

Edusp - Editora da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Luciano Gualberto, Travessa J. 174

1º andar - Ed. da Antiga Retorta - Cidade Universitária

05508-900 - São Paulo - SP - Brasil Fax (011) 211-6988

Tel. (011) 813-8817 e 216

Printed in Brazil 1995

Forfeit o depósito legal

As cidades foram, freqüentemente, comparadas a singulares e poemas, e a comparação parece-me perfeita e natural. Trata-se, de fato, de objetos perfeitos e naturais. Trata-se, de fato, de objetos do mesmo tipo. A cidade pode mesmo ser mais vilosa, uma vez que se situa num ponto onde a natureza e o artificial se encontram. A cidade é um amon- toado de humanos, cuja história biológica é limitada por suas estruturas, e onde cada ato racional e convi- niente por parte dessas estruturas ajuda a transformar o caráter final da cidade. Tanto por sua forma como pela maneira de seu nascimento, a cidade tem, no mesmo tempo elementos de província biológica, evolução orgânica e criação estética. É a um só tem- po um objeto natural e uma coisa a ser cultivada; in- dividuo e grupo; alguma coisa vivida e alguma coi- sa sonhada. É a invenção humana por excelência.

SUMÁRIO

| | |
|----|------------------------------------|
| 11 | Lista de Ilustrações |
| 15 | Prefácio |
| 19 | Prólogo: O Jardim de Granito |

Parte I CIDADE E NATUREZA

| | |
|----|----------------------------|
| 25 | 1. Cidade e Natureza |
|----|----------------------------|

Parte II AR

| | |
|----|---|
| 55 | 2. Poética e Desconforto |
| 77 | 3. Melhoria da Qualidade do Ar, Aumento do Conforto e Conservação da Energia |

Parte III TERRA

| | |
|-----|---|
| 105 | 4. Solo Insuável e Recursos Utilizados |
| 125 | 5. Descoberta de Solos Firmes e Exploração dos Recursos |

Parte IV
ÁGUA

| | |
|--|-------|
| 6. Enchentes, Secas e Águas Poluídas | 145 - |
| 7. Controle e Recuperação das Águas | 159 |

Parte V
VIDA

| | |
|--|-----|
| 8. Vegetação Urbana: A Luta pela Sobrevivência | 189 |
| 9. Cultivo do Bioma Urbano | 203 |
| 10. Animais de Estimação e Animais Nocivos | 227 |
| 11. Projeto de Habitais para a Vida Selvagem | 237 |

Parte VI
O ECOSISTEMA URBANO

| | |
|--|-----|
| 12. A Cidade como uma Máquina Infernal | 253 |
| 13. Projeto do Ecossistema Urbano | 267 |

EPÍLOGO

| | |
|--------------------------|-----|
| Visões do Futuro | 289 |
| A Cidade Infernal | 290 |
| A Cidade Celestial | 294 |
| Bibliografia | 303 |
| Índice Remissivo | 331 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-----------|--|----|
| Fig. 1.1 | Boston e seus arredores, 1806. Biblioteca Pública de Boston. Deparamento de Livros Raros e Manuscritos | 33 |
| Fig. 1.2 | Arca alterada em Boston, 1982. Autora | 33 |
| Fig. 1.3 | Corte de Beacon Hill, Boston. Litografia em cores de J. H. Bufford, 1858, segundo desenho de J. R. Smith, de 1811-1812. Cortesia do Boston Athenaeum | 35 |
| Fig. 1.4 | Vista de Boston, 4 de julho de 1870. Litografia em cores de F. Fuchs, Lenox e Tilden | 36 |
| Fig. 1.5 | Escavadeira a vapor carregando cascalho para a Back Bay, cerca de 1859. Cortesia do Boston Athenaeum | 37 |
| Fig. 1.6 | Vista da Festa da Água no Boston Common, 25 de outubro de 1848. Litografia em cores de R. Kowse, segundo B. F. Smith, Jr. Coleção de gravuras da Biblioteca Pública de Boston. Fundações Astor, Lenox e Tilden | 40 |
| Fig. 1.7 | Colômbia, na Alemanha, século XVI. Com a permissão da Biblioteca Houghton | 46 |
| Fig. 1.8 | "Os Três Magneiros", <i>Garden Cities for To-morrow</i> , de Ebenezer Howard, 1902. | 48 |
| Fig. 1.9 | A Cidade-Jardim, <i>Garden Cities for To-morrow</i> , de Ebenezer Howard, 1902. | 49 |
| Fig. 1.10 | Estados Unidos à noite. Argonaul Press, Madison, Wisconsin | 50 |
| Fig. 1.11 | Condições urbanas. Desenho baseado em informação fornecida por Philip H. Lewis, Jr. | 50 |
| Fig. 1.12 | Cidade Circular. Desenho baseado em informação de Philip H. Lewis, Jr. | 52 |
| Fig. 2.1 | Formação de inversões térmicas. Autora | 65 |
| Fig. 2.2 | Redução da velocidade do vento sobre a cidade e o subúrbio. Autora | 65 |
| Fig. 2.3 | Ilha de calor, Londres. T. J. Chandler, <i>The Climate of London</i> , Londres, 1965 | 68 |
| Fig. 2.3 | Ilha de calor, Londres. T. J. Chandler, <i>The Climate of London</i> , Londres, 1965 | 68 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Fig. 2.4. | Ilha de calor em centro de compras. Autora, segundo James R. Norwine, "Heat Island Properties of an Enclosed Multi-level Suburban Shopping Center", <i>Bulletin of the American Meteorological Society</i> . (54): 639. 1973. Fig. 5 | 70 |
| Fig. 2.5. | Padão de poluição do ar numa rua-desfiladeiro. Autora, segundo informação em James D. Weddilling, David J. Lombardi e Jack E. Cermak, "A Wind Tunnel Study of Gaseous Pollutants in City Street Canyons", <i>Journal of the Air Pollution Control Association</i> , (27): 557-566, 1977; J. Godin, G. Whigh e R. J. Shephard, "Urban Exposure to Carbon Monoxide", <i>Archives of Environmental Health</i> , (25): 310, 1972. | 73 |
| Fig. 2.6. | Parque ilhado pelo tráfego, Cambridge, Massachusetts. Foto da autora | 73 |
| Fig. 3.1. | Formação de brisas térmicas. Autora | 80 |
| Fig. 3.2. | Comportamento do vento em torno de um edifício isolado. Autora, segundo J. Gandemer e A. Guyot, <i>Intégration du phénomène: vent dans la conception du milieu bâti</i> , Paris, Ministère de la Qualité de la Vie, 1976. | 81 |
| Fig. 3.3. | Woonerf holandês. Foto cedida por concessão do Touring Clube Real Holandês. | 84 |
| Fig. 3.4. | Conversa de uma rua existente em woonerf. Desenho cedido por concessão do Touring Clube Real Holandês, ANWB | 85 |
| Fig. 3.5. | Distribuição do chumbo junto às ruas. Autora, segundo William H. Smith, "Lead Contamination of the Roadside Ecosystem", <i>Journal of the Air Pollution Control Association</i> , (26): 753-766, 1976. | 86 |
| Fig. 3.6. | Projeto viário para reduzir a poluição do ar. Autora | 87 |
| Fig. 3.7. | Uso de plantas para reduzir a poluição do ar. Autora, segundo informação em William H. Smith e Brian J. Stasakowicz, "Removal of Atmospheric Particles by Leaves and Twigs of Urban Trees", <i>Environmental Management</i> , (1): 317-330, 1977 | 87 |
| Fig. 3.8. | Paley Park. Foto da autora | 90 |
| Fig. 3.9. | Projeto do Paley Park. Concessão de Zion and Brean Associates Inc. | 91 |
| Fig. 3.10. | Maneio da área central de Dayton num túnel de vento. Foto de Peter Lukacac | 94 |
| Fig. 3.11. | Estacionamento pavimentado com blocos de grama. Foto de David Johnson. | 97 |
| Fig. 3.12. | Padões de fluxo de ar em Stuttgart, na Alemanha. Extrato de Franz Kobl, Ulrich Hoffmann e Anselm Rieker, <i>Daten und Aussagen zum Stadtklima von Stuttgart auf der Grundlage der Infrarot-Thermographie</i> , Stuttgart, Alcmannha Occidental, Chemisches Untersuchungsamt der Landeshauptstadt Stuttgart, Klimatologische Abteilung, 1978. Concessão da Chemisches Untersuchungsamt der Landeshauptstadt | 98 |
| Fig. 4.1. | Danos de terremotos nos Estados Unidos. Autora, segundo G. D. Robinson e Andrew M. Spicker, "Nature to be Commanded", <i>Professional Paper 950</i> , Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1973. | 107 |
| Fig. 4.2. | Cosplay do Hospital dos Veteranos. Sylmar, Califórnia. 1971. Foto de Los Angeles Times | 111 |
| Fig. 4.3. | Áreas dos Estados Unidos sujeitas a solos expansivos. Autora, extrato de G. D. Robinson e Andrew M. Spicker, "Nature to be Commanded", <i>Professional Paper 950</i> , Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1978. | 113 |
| Fig. 4.4. | Afundamento total no campo petrolífero de Depanamento de Petróleo, cidade de Long Beach | 114 |
| Fig. 4.5. | Compactação dos solos urbanos. Autora, segundo informação em James C. Patterson, "Soil Compaction and Its Effects Upon Urban Vegetation", em F. Santamour, H. D. Gerhold e S. Little (eds), <i>Better Trees for Metropolitan Landscapes Symposium Proceedings</i> , U. S. Forest Service General Technical Report NE-22, Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1976. | 119 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Fig. 4 6 | Declínio do paisagismo. Fotos de James C. Patterson. Concurso da Região Nacional da Capital, Serviço Nacional de Parques | 121 |
| Fig. 5 1 | Principais áreas de terrenos no mundo. National Earthquake Information Service, U.S. Geological Survey | 127 |
| Fig. 5 2 | Áreas de risco de terremotos em San Francisco. Concurso do Departamento de Planejamento Urbano da Cidade de San Francisco | 129 |
| Fig. 5 3 | Horas comunitárias em Boston. Foto de R. D. Brugger. Concurso dos Jardineiros Unidos de Boston | 137 |
| Fig. 6 1 | Dinâmica das várzeas. Autora, segundo informação em Luna Leopold, <i>Water: A Primer</i> , San Francisco, W. H. Freeman, 1974 | 149 |
| Fig. 6 2 | "Sopa de Monstros comunitária Chamada Água do Tamisa". Cartão de Paul Fry, 1829. Por permissão da Biblioteca Houghton, Universidade de Harvard | 151 |
| Fig. 7 1 | Plano para o Fens, Boston, 1887. Litografia. Concurso do Serviço Nacional de Parques, Sítio Histórico Nacional Frederick Law Olmsted | 164 |
| Fig. 7 2 | O Riverway, Boston, cerca de 1892. Foto. Concurso do Serviço Nacional de Parques, Sítio Histórico Nacional Frederick Law Olmsted | 166 |
| Fig. 7 3 | O Riverway, Boston, cerca de 1920. Foto. Concurso do Serviço Nacional de Parques, Sítio Histórico Nacional Frederick Law Olmsted | 166 |
| Fig. 7 4 | Casualty no Bishop's Lodge, Novo México. Foto de Robert Kelly | 169 |
| Fig. 7 5 | Áreas de armazenamento natural em vale. Autora, segundo informação em U.S. Army Corps of Engineers, <i>Natural Valley Storage: A Partnership with Nature</i> , Public Information Fact Sheet, Waltham, Mass., Department of the Army, Corps of Engineers, Primavera 1976 | 173 |
| Fig. 7 6a | Área de armazenamento natural em vale no verão. Foto de Bruce Lund, Massachusetts Audubon Society, Concurso do Corpo de Engenheiros do Exército | 174 |
| Fig. 7 6b | Área de armazenamento natural em vale depois das enchentes da primavera. Foto cedida por concurso do Corpo de Engenheiros do Exército Americano | 174 |
| Fig. 7 7 | Caminho Verde do rio Platte, Denver, Denver Greenway Foundation | 176 |
| Fig. 7 8 | Confluence Park, Denver. Foto de Randy Palmer | 178 |
| Fig. 7 9 | Skyline Plaza, Denver. Foto de Randy Palmer | 180 |
| Fig. 7 10 | Aquíferos sob Houston e Woodlands, no Texas. Autora, segundo mapa dos recursos de águas subterrâneas do município de Montgomery, no Texas, em Wallace McHarg Roberts & Todd, <i>Woodlands New Community: An Ecological Investigation</i> , Filadélfia, Pa., W.M.R.T., 1974, p. 6 | 181 |
| Fig. 7 11 | Sistema de drenagem natural em Woodlands, no Texas. Autora | 182 |
| Fig. 8 1 | Pessoas sobre as árvores de ruas urbanas. Autora | 194 |
| Fig. 8 2 | Carrinhos voltando para casa, Franklin Park, Boston (Iago Scattorbo, cerca de 1916). Foto de Leon Abulahan. Coleção Albert H. Wiggin. Biblioteca Pública de Boston, Departamento de Gravuras | 200 |
| Fig. 9 1 | Principais formações vegetais do mundo. Autora | 206 |
| Fig. 9 2 | Árvores de ruas na Pennsylvania Avenue, Washington, D.C. Foto de James C. Patterson. Concurso do Serviço Nacional da Região Nacional da Capital | 210 |
| Fig. 9 3 | A "síndrome da xicara de chá". Autora | 211 |
| Fig. 9 4 | Soluções para a "síndrome da xicara de chá". Autora | 211 |
| Fig. 9 5 | Matas urbanas na fazenda Brook, Boston. Foto de Elliot Rhoades | 219 |
| Fig. 11 1 | Biogeografia aplicada ao projeto de habitat para a vida selvagem. Autora, segundo diagrama em Richard T. T. Forman, "Interaction among Landscape Elements: A Core of Landscape Ecology", em <i>Regional Landscape Planning Proceedings of Educational Sessions, American Society of Landscape Architects</i> , 1981 | 240 |
| Fig. 11 2 | Rock Creek Park, Washington, D.C., e cemitério de Mount Auburn, Boston: habitats de vida selvagem em corredor ribeirinho. Autora | 242 |

- Fig. 11.3. Diversidade de espécies de pássaros no Rock Creek Park e adjacências. Washington, D.C. Autora, segundo informação em Robert D. Williamson. "Birds in Washington, D.C.", em John H. Noyes e Donald R. Forgue (eds). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*, Ambherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.
- Fig. 12.1. O metabolismo da cidade. Autora, segundo informação em Abel Wolman, "The Metabolism of Cities", *Scientific American*, mai, 1965, pp. 178-190.
- Fig. 12.2. Chumbo no ecossistema da margem da estrada. Extrato de William H. Smith, "Lead Contamination of the Roadside Ecosystem", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (26): 764, 1976. Reproduzido por cortesia do prof. William Smith, Yale University.
- Fig. 13.1. O problema: parques projetados como sistemas "abertos".
- Fig. 13.2. A solução: parques projetados como sistemas "semitelhados" ou "fechados". Autora.
- Fig. 13.3. Mapas desenhados por computador extraídos do *Dallas Ecological Study*. Dallas, Departamento de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, 1973. Cortesia do Departamento de Planejamento e Desenvolvimento da Cidade de Dallas.
- Tab. 2.1. Características do clima urbano. Extrato de Heinrich E. Landsberg, *The Urban Climate*. Nova Iorque, Academic Press, 1981.
- Tab. 2.2. Fontes dos principais poluentes atmosféricos. Autora, segundo informação do Departamento de Estatística Americana, *Statistical Abstracts of the United States*, 1979.
- Tab. 2.3. Definição dos valores do Índice-Padrão de Poluentes (IPP). U.S. Council on Environmental Quality, *Tenth Annual Report*, 1979.
- Tab. 2.4. Classificação das áreas-padrão de estatística metropolitana segundo o Índice-Padrão de Poluentes. U.S. Council on Environmental Quality, *Tenth Annual Report*, 1979.
- Tab. 2.5. Frequência de qualidade de ar inadequado em quatro cidades (1977). Autora, segundo informação em U.S. Council on Environmental Quality, *Tenth Annual Report*, 1979.
- Tab. 4.1. Concentração de elementos na poeira de rua de Urbana, em Illinois. Extrato de Philip K. Hopke, Robert E. Lamb e David F. S. Natusch, "Multielemental Characterization of Urban Roadway Dust", *Environmental Science and Technology*, (14): 165, 1980. Reticulado com a permissão da American Chemical Society.
- Tab. 5.1. Normas de terraplenagem e recuperação do dano à propriedade, Los Angeles, 1969. Extrato de Robert W. Fleming, David J. Barnes e Robert L. Schuster, "Landslide Hazards and Their Reduction", em *Geological Survey Yearbook*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1978.
- Tab. 5.2. Projeção de perdas e redução e perda devida a problemas geológicos. Extrato de John T. Alfors, John L. Burwell e Thomas E. Gay, "Urban Geology Master Plan for California - A Summary", em R. L. Utterd, G. E. McKenzie e D. Foley (eds), *Geology in the Urban Environment*, Minneapolis, Burgess, 1978.
- Tab. 9.1. Tipos de habitat da vegetação urbana. Autora.

PREFÁCIO

A natureza permeia a cidade, forjando relações entre ela e o ar, o solo, a água e os organismos vivos em seu interior e a sua volta. Em si mesmas, as forças da natureza não são nem benignas nem hostis à humanidade. Reconhecidas e aproveitadas, representam um poderoso recurso para a conformação de um habitat urbano benéfico; ignoradas ou subvertidas, ampliam os problemas que há séculos castigam as cidades, como enchentes, deslizamentos e a poluição do ar e da água. Infelizmente, as cidades têm geralmente negligenciado e raramente explorado as forças naturais que existem dentro delas.

Sabe-se hoje mais sobre a natureza humana do que em qualquer outra época; nas duas últimas décadas, os cientistas da natureza coletaram um impressionante conjunto de informações sobre a natureza na cidade. Apesar das informações, poucas delas foram aplicadas diretamente para modelar a cidade — a forma de seus edifícios e parques, o traçado de suas ruas e o padrão do todo. Uma pequena parcela desse conhecimento foi empregada no estabelecimento de normas para a melhoria da qualidade ambiental, mas estas foram geralmente percebidas como restritivas e punitivas, e não como oportunidades para novas formas urbanas. Os regulamentos também se mostraram vulneráveis a mudanças na política pública, ao sabor das preocupações do momento, ao passo que a forma física da cidade permanece por gerações e gerações de políticos. Nos Estados Unidos, a administração Reagan nos anos 80 revogou as políticas ambientais dos anos 70, desmantelando a base institucional que tinha sido construída para a implementação dessas políticas, abalando as conquistas da década anterior. A legislação de controle da emissão de poluentes

atmosféricos pode ser alienada, mas a forma urbana projetada para a dispersão desses poluentes permanecerá cumprindo essa função, independentemente das mudanças na política.

Este é um livro sobre a natureza na cidade e que mostra o que a cidade poderia ser, se fosse projetada de acordo com os processos naturais, e não ignorando-os ou opondo-se a eles abertamente. Nelas são revistas estratégias globais tanto para mudanças radicais, mais facilmente implementadas em áreas em franca expansão, bem como soluções de desenvolvimento mais apropriadas ao redesenho gradual de centros urbanos existentes. Sua concepção na aparência e forma da cidade, especialmente nos espaços livres nos quais estão situadas as edificações, reflete o fato de ser a autora uma arquiteta paisagista e uma planejadora ambiental, e não uma economista ou uma estudiosa de política governamental.

As questões exploradas neste livro constituem, até onde minha letrada branca alcança, preocupações pessoais. Nunca aprendi a duvidar de que a cidade fosse parte da natureza. Durante anos, um pequeno cantinho de árvores num terreno baldio próximo foi uma selva cujos mistérios nunca cheguei a desvendar completamente. Aquela bosquezinho de pouco mais de 465 m², disposto num prado de capim alto, forneceu um amplo espaço para fantasias infantis. Vários quarteirões além, um córrego desaparecia numa galeria subterrânea, suficientemente larga para acomodar dois pequenos aventureiros, armados com velas e fósforos, à procura da luz da correnteza. Mais tarde, o centro de Cincinnati, distante quinze minutos num percurso de ônibus, proporcionava uma natureza diferente: bandes de pombo na Fountain Square; as largas águas marrons do rio Ohio; topos de colinas a cavaleiro do rio e da cidade abaixo; e parques cujos leitos dos córregos eram forrados por galhos petrificados e conchas – remanescentes fósseis de antigas plantas e animais. Os mapas e os livros ampliam minha investigação da natureza urbana e da forma urbana que com ela evoluiu – contribuições aos olhos e à imagina-

ção.

Meu primeiro contato com a área da arquitetura paisagística foi como estudante de história da arte. As cartas e escritos de Frederick Law Olmsted deram-me uma nova visão dos valores sociais da natureza na cidade, que iam muito além dos prazeres estéticos, intelectuais e espirituais que ela proporcionava. Do término da Guerra Civil até o fim do século XIX, Olmsted forjou um papel para os parques urbanos que estava em estreita ligação com a diminuição dos problemas ambientais e sociais da cidade naquele século. Nesse processo, ajudou a transformar a cidade americana. Através do projeto de parques e bulevares, procurou melhorar o clima urbano, minorar a poluição do ar e da água, mitigar as enchentes e fornecer um contraponto naturalístico aos edifícios e ruas congestionadas da cidade. Olmsted foi um reformador social que usava a natureza para educar e crescer a população urbana americana. As questões por ele levantadas e as abordagens que defendeu pareceram-me bas-

tañte atuais. Deixei o estudo da história da arte, para ingressar numa profissão que prometia a possibilidade de uma síntese entre natureza, cidade e arte.

Como arquiteta paisagista e planejadora ambiental, fui treinada a projetar novas comunidades que acomodassem tanto os interesses humanos como os processos naturais. Todavia, parecia contraditório estar tão preocupada com a integração da natureza e das atividades humanas na periferia da cidade e tão pouco preocupada com a recuperação da área central degradada. Por que concentrar-se na diminuição do impacto em terras que talvez não pudessem ser urbanizadas, sendo a área central mais salubre e airtante? Não poderia o projeto urbano explorar também as oportunidades que a natureza oferecia e respeitar as restrições que ela colocava? Por que não criar algumas das melhores condições ambientais do campo dentro da cidade — água e ar puros, uma área verde, contato com outros organismos vivos e acesso a bosques e prados — explorando simultaneamente os recursos minerais, protegendo os mananciais e diminuindo os riscos naturais? O conhecimento profissional da época sustentava que, embora teoricamente pudesse ser benéfico projetar a cidade de acordo com a natureza, além de haver pouco de natureza no centro da cidade, muito pouco era conhecido sobre ela para que essa abordagem tivesse resultados práticos. A forma das cidades era vista como forçada em larga medida por forças sociais e econômicas, nas quais a natureza desempenhava um papel pouco importante, exceto no embelezamento da criação humana com a arborização das ruas e com os parques.

Mais tarde, descobri que já existia uma imensa quantidade de informações sobre a natureza na cidade, isolada em publicações científicas especializadas, anais de congressos e relatórios técnicos. Este livro surgiu de minha frustração em não encontrar uma publicação que resumisse esse conhecimento e o aplicasse ao projeto urbano. Baseado em minha experiência como arquiteta paisagista e planejadora, este livro evoluiu com uma crescente consciência pelo papel crucial desempenhado por profissionais de outras áreas, não pertencentes ao campo do paisagismo e urbanismo, na conformação da cidade. O resultado é um livro para todos aqueles que se preocupam com o destino da cidade e da natureza: legisladores e autoridades públicas, jornalistas e líderes comunitários, arquitetos, planejadores e cidadãos.

A literatura sobre o ambiente natural das cidades é extensa e fragmentada, encontrando-se em muitas disciplinas. Devo muito aos vários especialistas que, generosamente, auxiliaram em minha pesquisa. Uma bolsa de estudos de um ano no Instituto Bunting foi indispensável para minha imersão na literatura, resumida na bibliografia deste livro. Conectei com um conhecimento pessoal adquirido em projetos como o Projeto Climático Dayton, o da Nova Cidade de Woodlands e o Estudo da Orla de Toronto, nos quais estive diretamente envolvida, e com descrições publicadas de outros estudos de caso.

Tive a sorte de ter bons professores e colegas. Ian McHarg, Narendra Junga, Frederick E. Smith e Carl Steinitz influenciaram direta e indiretamente este trabalho. Estou em débito com Heidi Cooke, com quem explorei pela primeira vez muitas dessas questões, uma década atrás. Muitas pessoas forneceram informações importantes: Fred Bartenslein, Jim Bockheim, Andrew Euston, Al Fein, Richard Forman, Mollie Hughes, Phil Lewis, Richard Nalbandian, Jim Patterson, Jim Prince, Elliot Rhodestide, Carl Steinitz e Frank Vigier. Sou grata a Fred Bartenslein, Blanche Linden-Ward, Mollie Hughes e Fred Smith por terem comentado capítulos específicos, e a Carl Steinitz e Paul Spirn pela leitura de todo o manuscrito.

Uma bolsa do Fundo Nacional para as Artes financiou as ilustrações e parte do tempo utilizado na redação. O reitor Gerald McCue e a Escola de Graduação em Projeto forneceram apoio para a dactilografia e auxiliares de pesquisa. Sou especialmente grata a TenBroeck Davison, Jane Eimens, Willa Reiser e Donna Viscuglia por terem facilitado a produção do manuscrito, do rascunho ao texto final, e a Randy Palmer por sua dedicação e talento em produzir as ilustrações finais. Muitos auxiliares de pesquisa deram ajuda valiosa: John Burkholder, Laurel Raines, Elisabeth Miller, David Johnson, Dana Brown, Lynn Wolf e Mark Goldschmidt.

Minha editora, Jeanette Hopkins, a primeira pessoa que me desafiou a escrever este livro, em vez de uma versão mais técnica, foi uma fonte de perseverança, crítica incisiva, inspiração e profundos conselhos, nos últimos três anos. O entusiasmo que Jane Isay, da Basic Books, manifestou pela ideia, desde o início, e o encorajamento por ela oferecido ao longo do caminho, ajudaram a dar forma ao livro e a promover seu progresso. Judith Greissman ofereceu sugestões e apoio nas últimas dores de parto da redação e da produção; Sheila Friedling facilitou o processo de produção com habilidade e paciência. A Paul Spirn, meu mais severo crítico e mais generoso estio, devo uma profunda gratidão, de coração e mente, e ao meu filho Sam, renovada esperança no futuro.

PRÓLOGO

O JARDIM DE GRANITO

Vista do espaço, a Terra é um mundo-jardim, um planície de vida, um estera de verdes e azuis envolta numa atmosfera úmida. À noite, as luzes das cidades brilham ao longe, formando constelações tão distintas e variadas como as do firmamento além. Os espaços negros que seus arcos abarcam não são, contudo, desprovidos de espaço, mas repletos de florescências e fazendas, campos e desertos. Quando surge um novo dia, as luzes da cidade apagam-se, sobrepunidas pela luz do sol; mares azuis, florestas e campos verdes emergem, contornando as vastas constelações urbanas e neelas penetrando. Mesmo vistas de tão longe, a essa altura da terra, as cidades são um mosaico cinza, percorrido por gavinhais e pontos verdes, com largos rios e grandes parques dentro delas.

Decendo-se em uma dessas constelações a centenas de quilômetros, ainda não se consegue discernir os edifícios. Mas os dedos e manchas verdes – vales dos rios, encostas íngremes, parques e campos – expandem-se e multiplacam-se. As matas contornam a cidade; grandes lagos e lagoas brilham ao refletir a luz do sol. Aproximando-se mais, agora apenas a alguns quilômetros, a visão é preenchida por uma cidade única. Altos edifícios brotam contra o céu, florescências de rocha e aço, e edificações menores sobressaem da floresta suburbana. Os verdes se diferenciam em muitos matizes. Faixas praieiras de rodovias cruzam a paisagem, e os meandros dos cursos d'água interrompem e suavizam as bordas da malha angular da cidade.

Quando mais baixo, desliza-se sobre uma cidade fervilhante de vida. A quantidade de vegetação nas partes mais densas da cidade é impressionante;

árvores e jardins crescem no alto dos edifícios e em pequenos lotes de terra. No chão, um broto de alianto resiste numa fresta entre a calçada e um edifício, e uma ousada grava daninha abre caminho por entre o meio-fio e o passeio. Suas raízes bifurcam-se abaixo do solo, em busca de nutrientes e de água. Sob a superfície, rios subterrâneos ruminam através dos bucos.

A cidade é um jardim de granito, composto por muitos jardins menores, disposto num mundo-jardim. Partes do jardim de granito são cultivadas intensivamente, mas a maior parte não é reconhecida e é negligenciada.

Para o olhar, desalentado, árvores e parques são os únicos remanescentes da natureza na cidade. Mas a natureza na cidade é muito mais do que árvores e jardins, eervas nas frestas das calçadas e nos terrenos baldios. É o ar que respiramos, o solo que pisamos, a água que bebemos e expelimos e os organismos com os quais dividimos nosso habitat. A natureza na cidade é uma força poderosa que pode sacudir a terra, fazendo-a deslizar, deslocar-se ou desmoronar-se. É um grande clarão do substrato rochoso exposto numa encosta, os afloramentos rochosos no calcário fossilífero de um edifício numa área central. É a chuva e o barulho da correnteza dos rios subterrâneos enterrados no sistema de águas pluviais. É a água de uma pia, trazida por tubulações de algum rio ou reservatório distantes, usada e escoada pelo ralo, e retornando às águas do rio e do mar. A natureza na cidade é uma brisa noturna, um redemoinho girando contra a fachada de um edifício, o sol e o céu. A natureza na cidade são cães e gatos, raios no portão, bombas nas calçadas, ratas nas bucos, falôes encastilhados nos arranha-céus. É a consequência de uma complexa interação entre os múltiplos propósitos e atividades dos seres humanos e de outras criaturas vivas e dos processos naturais que governam a transferência de energia, o movimento do ar, a erosão da terra e o ciclo hidrológico. A cidade é parte da natureza.

A natureza é um *continuum*, com a floresta num dos pólos e a cidade no outro. Os mesmos processos naturais operam na floresta e na cidade. O ar, mesmo contaminado, é sempre uma mistura de gases e partículas em suspensão. O calor e o escoamento da água do mesmo modo que as superfícies rochosas o fazem em qualquer lugar. A vegetação, exótica ou nativa, inevitavelmente procura uma combinação de luz, água e ar para sobreviver. A cidade não é nem totalmente naturalmente nem totalmente artificial. Ela não é "natural", mas antes uma transformação da natureza "selvagem" pelos seres humanos, para servir às suas necessidades, da mesma maneira que as áreas agrícolas são administradas para a produção de alimentos, e as florestas, para a madeira. Difícilmente, um ponto sobre a terra, por mais remoto que seja, está livre do impacto da atividade humana. As necessidades humanas e as questões ambientais que delas surgem têm mi-

thares de anos, são tão antigas quanto a mais antigas cidades, repelidas a cada geração, nas cidades de todos os continentes.

A compreensão de que a natureza é ubíqua, um todo que envolve a cidade, com implicações poderosas na forma como a cidade é construída e mantida, bem como na saúde, segurança e bem-estar de cada morador.

Utilmente, a tradição da cidade construída contra a natureza, e a natureza contra a cidade. A criação de que a cidade é uma entidade separada da natureza, e não contrária a ela, dominou a maneira como a cidade é concebida e construída.

dos problemas ambientais urbanos: a falta de planejamento, a falta de controle dos recursos, a falta de planejamento, a falta de planejamento, a falta de planejamento.

ou reconhecê-los, enquanto os recursos naturais são tratados como uma commodity crescente de energia e recursos, e os recursos naturais são tratados como uma commodity crescente de energia e recursos.

que os anteriores a urbanização, e em muitas cidades, uma forma genérica de planejamento urbano, não são diferentes, em essência, daqueles que afetavam as cidades antigas, a não ser quanto ao grau de complexidade.

de uma cidade antiga, e não ser quanto ao grau de complexidade.

persistência de novos contornos urbanos, e a extensão da forma que está se tornando urbana, com o crescimento das cidades, essas questões se tornaram fundamentais para a compreensão da natureza humana, e a sua interação com o ambiente natural.

mais do que como uma forma essencial, que permite a cidade, na forma de parques e jardins, frequentemente vitais para a cidade, como um elemento da natureza, e a sua interação com o ambiente natural.

mesmos como introduções de um pedaço da natureza na cidade.

Para aproveitar as oportunidades inerentes ao ambiente natural da cidade, para ver além dos custos e benefícios a curto prazo, para perceber as consequências das inúmeras ações aparentemente desconexas que fazem o dia-a-dia da cidade, e para coordenar milhares de ações incrementalistas, é necessária uma nova atitude para com a cidade e sua conformação. A cidade precisa ser reconhecida como parte da natureza, e ser planejada de acordo com isso. A cidade, sua periferia e o campo precisam ser vistos como um único sistema em evolução dentro daquele e seu poder, mais do que um combate, deve ser aproveitado. A natureza da cidade precisa ser cuidada como um jardim, em vez de ser ignorada ou subjulgada.

CIDADE E NATUREZA

Parte I

Na próxima década, importantes decisões serão tomadas a respeito do futuro das cidades através do globo. Estas decisões terão consequências para milhões de pessoas, por muitos e muitos anos. A infra-estrutura deteriorada das cidades mais antigas – especialmente seus sistemas de abastecimento de água, de drenagem e de esgoto – logo deverá ser renovada ou reparada. Na Ásia, África, América do Sul e Oriente Médio, os migrantes rurais incham as aglomerações urbanas, diminuindo a capacidade local de prover as necessidades básicas da vida: alimentação, abrigo, água e uma disposição segura dos resíduos. As áreas centrais das cidades americanas mais antigas e maiores estão diminuindo em população, mas muitos dos que abandonam essas áreas e os bairros mais centrais não estão mudando para além dos subúrbios das velhas metrópoles; enquanto nos países densamente povoados da Europa restam muito poucos campos e florestas para ocupação. As cidades no Sul e no Oeste dos Estados Unidos com populações inferiores a um milhão de habitantes estão crescendo aceleradamente, mas estão encontrando dificuldade cada vez maior para assegurar um abastecimento de água adequado e resolver o crescente conflito entre transporte e poluição.

As recompensas por se projetar a cidade de acordo com a natureza aplicam-se igualmente a todas as cidades, novas ou antigas, grandes ou pequenas. O investimento requerido para melhorar e modernizar a infra-estrutura das cidades mais velhas montará a bilhões de dólares, somente nos Estados Unidos. As oportunidades para uma abordagem dos recursos e do lixo são imensas, como também o são para equívocos dispendiosos. O espírito que enten-

tam cidades menores em desenvolvimento, novas cidades está em apogeu com os erros das cidades mais antigas e projetar a cidade desde o início de forma a explorar as oportunidades do ambiente natural. Esse desafio é particularmente agudo nas cidades de crescimento rápido, onde bairros inteiros surgem da noite para o dia.

A descon sideração dos processos naturais na cidade é, sempre foi e sempre será tão custosa quanto perigosa. Muitas cidades sofreram com o erro de não levar em conta a natureza: Los Angeles e Nova Iorque sofrem com a qualidade inadequada do ar, três dias em quatro, resultando tanto da forma urbana como dos meios de transporte; a Cidade do México afundou 7,5 m por não ter reconhecido a relação entre a água e a estabilidade do solo; Los Angeles e Hong Kong são castigadas por maciços deslizamentos de terra, muitos deles causados pelo desenvolvimento urbano; Houston é devastada por enchentes causadas pela urbanização das nascentes, e Harrisburg, pela ocupação das várzeas dentro da área urbana; Boston e Detroit não podem mais pagar a manutenção de seus parques e árvores das ruas; Niagara Falls está convencendo da pelo acúmulo de seus próprios detritos. O custo pela desatenção à natureza se estende também à qualidade de vida. As áreas mais novas das cidades — através de continentes, climas e culturas — estão por toda parte adquirindo a mesma tediosa aparência. A potencialidade que tem o ambiente natural de contribuir para uma forma urbana mais diferenciada, memorável e simbólica é descon siderada e desperdiçada.

Mais afortunadas são aquelas poucas cidades que se adaptaram engenhosamente à natureza: Stuttgart, na Alemanha, que empregou seus espaços livres na canalização do ar fresco e limpo para o centro congestionado; Woodlands, no Texas, uma cidade nova, cujos espaços livres, públicos e privados, funcionam como um eficiente sistema de drenagem de águas pluviais, absorvendo as águas das chuvas e prevenindo enchentes mais abaixo; Boston, onde as várzeas a montante da cidade foram compradas para o armazenamento das águas das chuvas a uma fração do custo de uma nova barragem; Zurich e Frankfurt, que administraram suas florestas urbanas para a produção de madeira, bem como para a recreação; Filadélfia, que transformou o resíduo sólido do esgoto numa ampla gama de produtos úteis. Cada uma dessas cidades tratou de uma maneira abrangente pelo menos um de seus problemas urbanos.

Mas as soluções abrangentes não são os únicos meios de melhorar a cidade. Existem pequenos projetos engenhosos também: um pequeno parque no centro da cidade que oferece um recanto calmo e fresco no meio de Manhattan; praças em Denver que retêm as águas pluviais para prevenir enchentes; um projeto que transformou o degradado rio South Platte num recurso para a recreação urbana e proteção contra as enchentes; parques em Delhi, na Holanda, que exploraram tanto a produção de energia quanto a beleza de paisagens agressivas. ~~Muitas cidades negligenciadas através de pequenos projetos são~~

frequentemente mais viáveis, manejáveis, menos traumáticas e mais adaptáveis às necessidades e valores locais, quando coordenadas, mudanças incrementais podem ter um efeito de longo alcance. As soluções não precisam ser abrangentes, mas o entendimento do problema sim.

Embora muitos dos desafios ambientais que as cidades enfrentam sejam mais substanciais do que nunca, a compreensão e as ferramentas disponíveis para enfrentá-los são muito mais sofisticadas. Precisam apenas ser aplicadas. A natureza na cidade deve ser cultivada e integrada com os vários propósitos dos seres humanos, mas primeiro precisa ser reconhecida, e seu poder de transformar os empreendimentos humanos avaliado.

NATUREZA URBANA E PROJETO HUMANO

No ambiente natural de cada cidade, existem elementos diferenciados e elementos comuns. Muitas cidades devem sua localização, seu crescimento histórico e a distribuição da população, bem como o caráter de seus edifícios, ruas e parques às características diferenciadas de seu ambiente natural. Muitas cidades ocupam o sítio de antigas aldeias, escolhido pelos primeiros habitantes por causa da facilidade de defesa, acesso à água, combustível e material para construção, além da proximidade das rotas de transporte. O sítio de Washington, por exemplo, não foi escolhido por acaso. As quedas do Potomac, em Georgetown, marcam o limite da navegação entre o mar e a divisa entre duas regiões fisiográficas, o Piemonte e a planície costeira. Estas duas regiões fisiográficas, cada qual com sua topografia característica, materiais de construção e qualidades cênicas, dividem a cidade. A transição das colinas escarpadas para as planícies, das corredeiras para os rios amplos, e das pedreiras rochosas para as jazidas de argila marcam essa divisa.

Em Washington, a planície costeira, a nordeste e ao sul, área de cultivo e de ocupação mais fácil, foi ocupada um século mais cedo que o distrito noroeste, mais montanhoso. Entretanto, projetou as avenidas retilíneas da capital através da planície, dispondo os monumentos e principais edifícios nas maiores elevações que ali existiam. Muitas das primeiras casas foram construídas com tijolos, a partir da argila abundante. Mas a difícil drenagem desse mesmo solo argiloso tornou finalmente essa terra indesejável e relativamente barata. Filétras de pequenas casas e grandes complexos de apartamentos dominam esta parte da cidade hoje, em contraste com as caras e espaçosas mansões da parte noroeste de Washington. As rochas metamórficas e resistentes à erosão do Piemonte deram à parte noroeste de Washington seu caráter distinto.

tivo de encostas íngremes, vales de rios incisos e picos com vistas. Ocupada posteriormente à planície, ela é hoje uma área de grandes casas e embaxadas. Muitas dessas casas foram construídas com as rochas da área — mica, xisto e gnaiss.

Washington não é única; muitas cidades do Leste dos Estados Unidos, de Nova Jersey à Geórgia, dispõem-se ao longo dessa divisa entre a planície costeira e o picomonte. Muitas das principais cidades da costa leste, desde Trenton até Macon, e as ferrovias que as ligam, estão nessa linha de queda: Filadélfia, Wilmington, Baltimore, Washington e Richmond; e o mesmo padrão de desenvolvimento urbano aparece repetidamente. Como em Washington, a parte mais antiga de Filadélfia está na planície, onde flictras de casas de tipos são o tipo de habitação predominante. O picomonte foi ocupado posteriormente com casas maiores, feitas com o xisto local.

○ respeito às limitações impostas pela natureza e a exploração de seus recursos levaram a formas urbanas memoráveis. Os antigos gregos, por exemplo, eram mestres em adequar as construções, praças e ruas à topografia de suas cidades. A forma urbana de Jerusalém accentua seu significado espiritual. Toda a cidade é feita com o calcário local; importantes monumentos estão dispostos no topo de espigões e elevações na paisagem, com suas silhuetas contra o céu visíveis à distância. A cidade de Nova Iorque deve o perfil característico de arranha-céus da ilha de Manhattan à resistência de seu subsolo rochoso e a sua proximidade da superfície. O xisto de Manhattan, que forma a espinha dorsal da ilha e fornece as fundações para seus altos edifícios, aflora no Central Park. Mais ao sul, na altura da Thirtieth Street, no meio de Manhattan, o substrato submerge dezenas de metros abaixo do solo e ressurge a 12 m da superfície, na porta sul da ilha. Dois aglomerados de arranha-céus, um no centro entre as ruas Thirty-fourth e Sixtieth, e outro no distrito financeiro próximo à extremidade sul, testemunham a proximidade do substrato rochoso das fundações.

Os recursos oferecidos e as dificuldades impostas pelo sítio natural de cada cidade compreendem uma constante com a qual sucessivas gerações tiveram de tratar sucessivamente, cada uma de acordo com seus próprios valores e tecnologia. Civilizações e governos ascendem e caem; tradições, valores e políticas mudam; mas o ambiente natural de cada cidade permanece uma estrutura duradoura na qual, na comunidade humana, o ambiente natural de uma cidade e sua forma urbana, formados em conjunto, compreendem um registro da interação entre os processos naturais e os propósitos humanos, através do tempo. Juntos, constituem para a identidade única de cada cidade.

apesar de suas diferenças, todas as cidades transformaram seus ambientes de um modo similar: certos aspectos naturais urbanos são tão característicos das antigas Babilônia e Roma como são das modernas Boston e Chicago.

As atividades humanas que modificam o ambiente natural são comuns a todas as cidades; a necessidade de prover segurança, abrigo, alimento, água e entretenimento é natural + forma + organização + processo natural + processo humano.

gia para tocar os empreendimentos humanos: a necessidade de dispor os restos, de permitir a circulação dentro da cidade, o acesso e a saída desta; e sempre crescente demanda por espaço. As cidades antigas da Ásia e do Mediterrâneo e as velhas cidades da Europa transformaram a natureza num ambiente caracteristicamente urbano, muitos séculos atrás. As cidades mais novas da América são igualmente urbanas, mas a transição do interior para a cidade ocorreu mais recentemente, nos últimos três séculos. O processo continua hoje, quando novas cidades surgem no campo em todo o mundo e as cidades invadem as áreas rurais, florestas e desertos adjacências.

Os ambientes naturais de Londres, Tóquio e Nova Iorque – todas grandes cidades de clima temperado – têm muito em comum, assim como cada uma delas com seu entorno rural. Todas as cidades, em razão do adensamento populacional, dos edifícios e da queima de combustíveis, alteram o caráter de seu clima original e poluem o ar. A escavação e o aterro da área necessária para garantir espaço plano abundante para a construção, encontrar fundações firmes para as edificações e explorar recursos minerais transformam os relevos originais. A poluição de ruas, calçadas e estacionamentos pavimentados e os sistemas de águas pluviais que drenam as cidades interrompem o ciclo hidrológico e mudam as características dos cursos d'água e lagos. A deposição dos resíduos continua tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas, dificultando o atendimento da crescente demanda por água pura, fétida, hídrica, herbicidas e pesticidas, em gramados e hortas, juntamente com o sal descartado nas ruas congeladas, contaminam ainda mais as águas subterrâneas e diminuem seu valor como recurso. A demanda de água leva as cidades a procurarem este recurso a quilômetros de distância e, desta forma, tem mudado o equilíbrio hídrico de nações e regiões inteiras. A vegetação nativa é destruída e novas plantas são introduzidas (tanto intencional quanto inadvertidamente), com o resultado de que, por todo o mundo, cidades com climas semelhantes abrigam virtualmente as mesmas espécies de plantas.

Todas essas interações das atividades humanas com o ambiente natural produzem um ecossistema muito diferente daquele existente anteriormente à cidade. É um sistema sustentado por uma importação maciça de energia e de matérias-primas, um sistema no qual os processos culturais humanos criaram um lugar completamente diferente da natureza intocada, ainda que nada esteja atrelado aos fluxos de processos naturais comuns. A medida que as cidades crescem em tamanho e densidade, as mudanças que produzem no ar, no solo, na água e na vida, em seu interior e à sua volta, agravam os problemas ambientais que afetam o bem-estar de cada morador.

Boston, em Massachusetts, evoluiu a partir de um deserto, há apenas três séculos e meio. Nesse pequeno espaço de tempo, o ambiente natural transformou-se, a ponto de ficar irreconhecível, numa natureza caracteristicamente urbana. Apesar de amplamente alterado, o sítio natural continua a im-

por uma constelação de oportunidades e restrições. Algumas dessas são características de Boston e outras são compartilhadas por todas as cidades; algumas suscitarão respostas bem-sucedidas, outras foram ignoradas. Como em todas as cidades, a forma de Boston evoluiu dentro desse quadro, moldado pela interação dos propósitos humanos com as características dos processos da natureza. Na história de Boston, há lições para todas as cidades.

BOSTON: UM AMBIENTE NATURAL TRANSFORMADO

Os colonizadores da Colony Bay de Massachusetts navegaram para a baía de Boston em 1630 e lá encontraram um local propício para uma futura cidade: uma península facilmente defensável, conectada ao continente por uma estreita faixa de terra, coberta por várias colinas, já quase totalmente desmatada; um amplo porto protegido e um abundante suprimento de água de fonte potável.

A forma da terra era o resultado da ação tanto de forças violentas quanto graduais, através de milênios. A península na qual a cidade foi fundada situa-se junto ao centro de uma bacia semicircular, contornada por colinas ao norte, sul e oeste, delimitada a leste pelo oceano Atlântico. Milhões de anos atrás, terremotos atingiram a região, como tem acontecido muitas vezes desde então; as colinas graníticas à sua volta estavam dispostas ao longo de linhas de falhas, e a bacia cedeu. A estrutura geral do espigão e da bacia permaneceu, mas a maior parte do relevo da bacia — suas colinas, lagos e o curso de seus rios — é remanescente da geleira que cobriu toda a região há mais de 10 mil anos. Quando a capa de gelo se moveu para sudeste através da bacia, ela obstruiu antigos vales de rios e colinas, transportando grandes quantidades de areia e cascalho, remodelando o relevo. Muitas das colinas na bacia de Boston, incluído a maioria das ilhas do porto de Boston, são morros elípticos formados pela geleira e alinhados segundo seu movimento. Aos poucos, o chão da baía afundou, e o mar inundou os vales, formando baías amplas e longas. A baía de Boston é uma paisagem inundada; trabalhadores escavando um túnel, 6 m abaixo do nível do mar, encontraram um canal de pesca indígena, testemunho da subida do nível do mar dentro da escala da história humana?

Dez mil anos de mudança gradual da paisagem, erodindo colinas e elevando o nível do mar, precederam a ocupação de Boston pela Bay Colony de Massachusetts no século XVII. Os índios, com suas varas de pescar e agricultura limitada, tiveram pouco impacto sobre a terra, mas a transformação do sítio natural acelerou-se após a fundação da nova cidade. A linha da costa e a

2. Walter Blair Whitehill, *Boston: A Topographical History*, 2 ed., Cambridge, Mass., The Belknap Press, Harvard University Press, 1968, p. 1.

topografia de Boston foram mais alteradas pelas atividades humanas nos últimos 150 anos do que pelos processos naturais nos 10 mil anos anteriores. A história dessa transformação é a história de Boston: a demanda por facilidade portuárias, espaços para edificação, um adequado suprimento de água, alimento e combustível; e a necessidade de proteger a saúde, a segurança e o bem-estar de seus cidadãos. Ao prover essas necessidades, os cidadãos de Boston assumiram um papel de agentes geológicos, com uma força equivalente ao gelo, à água e ao vento.

Hoje, Boston tem uma forma radial. O centro comercial de Boston, na península original, é o centro gerador. A rede de transportes da cidade — suas vias expressas, linhas de ônibus e ferrovias — irradiia-se desde o centro ao longo dos rios e penínsulas. Um antigoanel viário que conectava os subúrbios a noroeste corre pelo topo de uma antiga linha de falha, junto à qual as colinas da baía de Boston foram impelidas; as mais recentes auto-estradas pertencem a esta borda da baía. O centro de Boston fica no meio da baía; os subúrbios mais ricos, com poucas exceções, estão fora da baía, dispostos ao longo de seu espigão. Hoje, os limites da área metropolitana de Boston, Providence e Worcester quase se tocam. Moradores dos subúrbios podem baldear para qualquer uma das três.

O privilegiado porto de Boston deu à cidade uma importância precoce como importante centro colonial; mas sua pequena península tornou-se uma restrição no século XIX, quando impediu o crescimento urbano. Ela restringia a cidade tanto quanto as muralhas fortificadas das cidades da Europa continental, levando a uma ocupação extremamente densa no interior da velha área central. Plantões de maré baixa e um fácil suprimento de material de aterro das colinas pedregosas permitiram uma expansão dessa península em direção aos rios, pântanos e portos adjacentes. Hoje, a península original é circundada por alicerces, sobre os quais projetistas dos séculos XIX e XX aplicaram sua arte. Apesar de as três colinas de Boston (Beacon Hill, monte Vernon e Pemberton Hill) terem sido escavadas quase até o chão, grande parte do relevo montanhoso e glacial da cidade ainda se mantém, marcos sobre os quais os bostonianos construíram monumentos e instituições: o Monumento Bunker Hill; os hospitais no topo das colinas Parker e Powderhorn; escolas no topo do Orient Heights e da Telegraph Hill. As colinas que formam as ilhas na baía de Boston, usadas durante muito tempo como depósitos de lixo e instituições não-desejáveis, como prisões e sanatórios, são agora parte do Parque Estadual das Ilhas da Baía e fornecem um sistema de parques ventilados e frescos.

Existe uma surpreendente quantidade de terra não-construída dentro da cidade de Boston, terra cuja ocupação foi muito difícil ou muito cara. Esta terra — áreas de maré, pântanos, encostas escarpadas e declives arborizados — revela um caráter distinto que está faltando nas áreas de parque mais cuidadas. Muitos dos mais antigos edifícios de Boston são de tijolos, material resistente ao fogo e facilmente conseguido nas jazidas de argila da área. Edifi-

cios de pedra eram raros até o século XIX, quando a construção de uma ferrovia próxima à pedreira Quincy permitiu que a pedra fosse transportada mais facilmente. Sarcetas de granito tornaram-se obrigatórias e agora alinham todas as ruas de Boston, uma solução para as abundantes nevascas, pois o granito resiste melhor à retirada da neve do que o concreto ou o asfalto.

As Novas Formas de Relevo

Apesar de a natureza ter influenciado profundamente o crescimento e a forma da cidade de Boston, seus primeiros habitantes dificilmente reconheceriam a topografia e a linha da costa que a cidade apresenta hoje. O relevo da Boston contemporânea, apesar de composto principalmente de areia, casca-lho, argila e pedra, é também um produto da atividade humana. Moldado artificialmente, é no entanto tão vulnerável aos processos naturais de erosão e sedimentação quanto qualquer colina ou formação rochosa natural. Essas formas podem hoje parecer tão "naturais" quanto as criadas pelos processos da natureza, como os afloramentos rochosos de uma pedreira abandonada em Roxbury ou as margens do rio Muddy, ambos intencionalmente moldados por interesses humanos.

Os colonizadores primeiro ocuparam a planície baixa entre o porto e as três colinas. Uma estrada percorria a longa e estreita garganta da península. Quando esse primeiro assentamento ao continente, Boston prosperou, conseguência principal do seu sucesso como porto e, por volta de 1690, era a maior cidade das colônias americanas, com uma população de 7 mil pessoas. Os primeiros mercadores construíram seus atracadouros à margem da baía, começando a modificação da linha da costa que nunca mais parou (Figs. 1.1 e 1.2). Em 1641, um mercador cavou um atracadouro na área inundada pela maré na Bencall's Cove (agora de Bencall), hoje o local do Faneuil Hall. Em dois anos, os colonos cavaram um segundo atracadouro e, pouco tempo depois, em 1643, construíram outro⁴. No início do século XVIII, o North End e a área ao redor do atracadouro da cidade estavam densamente ocupados, e a linha da costa, recortada por atracadouros. O mais longo, construído em 1710, tinha mais de 300 m de comprimento e era ocupado por lojas e armazéns. Foi durante o século XIX, que trouxe rápido crescimento de população e riqueza, que os bostonianos modificaram sua paisagem mais radicalmente. Entre 1790 e 1825, a população da cidade mais que triplicou, crescendo de 18 320 para 58 277 habitantes⁵. As áreas de devoluas remanescentes foram logo

3. Carl Bridenbaugh, *Cities in the Wilderness: The First Century of Urban Life in America, 1625-1724*, London, Oxford University Press, 1966, p. 6. Bridenbaugh nota ainda que, em 1680, havia apenas quatro cidades na Inglaterra cuja população excedia a 10 mil habitantes.

4. Whitehill, *op.cit.*, p. 11.

5. *Idem*, pp. 73-74.

ocupadas, e a terra na península tornou-se valiosa. Em 1799, a Mount Vernon Proprietors comprou uma propriedade de John Singleton Copley nas colinas, que era, nessa época, principalmente pasto; quatro anos mais tarde, a Mount Vernon Proprietors cortou o topo do monte em 15 a 20 m, criando a terra encosta abaixo numa estrada perigosa, e com ela aterror a área alagada na base⁶. Desta forma, não apenas conseguiram áreas planas para construção nas colinas, mas também converteram os baixos de maré em novas áreas de ocupação. O novo e cobigado setor residencial que eles criaram inclui a maior parte do que hoje é conhecido como Beacon Hill.

Outros cavalheiros ambiciosos se apressaram em seguir o exemplo dado pela Mount Vernon Proprietors. Moínhos vinham operando junto ao lago Mill desde que este foi represado, em 1643. Em 1804, os proprietários do moinho estabeleceram a Mill Pond Corporation e propuseram o aterro do lago para criar 20 ha de novas áreas para edificações. Em 1807, os herdeiros de John Hancock concordaram em escavar sua propriedade em Beacon Hill para fornecer a terra necessária ao aterro. Quando a escavação chegou a 20 m abaixo do nível original, o monumento de Beacon Hill e uma casa num lote adjacente, na Bowdoin Street (ver Fig. 1.37), tinham sido afetados. O último topo das três colinas foi eliminado em 1835, para criar três novos hectares de terra ao norte da Causeway Street. Em cinco meses, 20 m foram cortados do topo da Pemberton Hill e a terra transportada em carros de boi⁷.

Porém a mais dramática dessas operações de aterro no século XIX, e certamente a maior, foi o aterro da Back Bay, os baixos de maré ao pé do Boston Common. Os trabalhos de aterro começaram em 1858 e continuaram por várias décadas (Fig. 1.4). Back Bay foi aterrada com uma combinação de lixo de Boston e de areia e cascalho de Needham, que ficava a uma distância de 15 km. O projeto foi facilitado por duas invenções recentes: a ferrovia e a máquina a vapor (ver Fig. 1.5). "O aterro prosseguiu a uma velocidade de quase dois lotes por dia, um trem de 35 carros carregados de cascalho chegava a Back Bay, a uma média de um por dia, noite e dia, seis dias por semana, por quase quarenta anos⁸."

As operações de aterro sucederam-se de forma quase contínua desde a criação de Back Bay (ver Figs 1.1 e 1.2). O aeroporto de Logan, por exemplo, situa-se sobre o antigo porto e as ilhas originais de East Boston. O inevitável avanço da terra sobre a água continua com a constante busca de novos espaços e de lugares para a colocação do lixo. Vias a área aterrada não deixa de criar problemas. A maior parte do solo é muito baixa e suscetível a inundações. Existem áreas com um solo saturado, onde a flutuação do nível da água

6. *Idem*, p. 62.

7. *Idem*, pp. 81-84.

8. *Idem*, p. 109.

9. Museum of Fine Arts, *Back Bay Boston: The City as a Work of Art*, Boston, Museum of Fine Arts, 1969, p. 38.

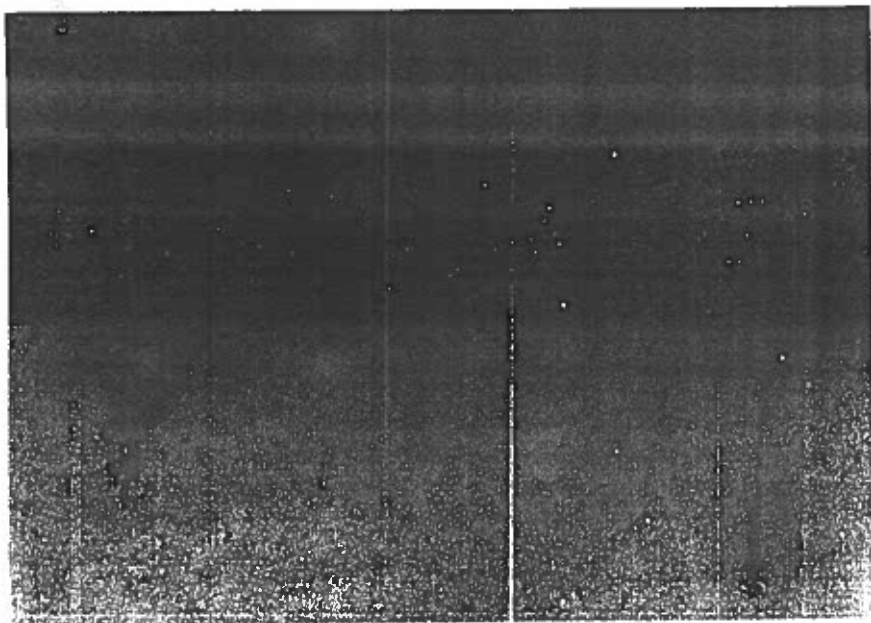
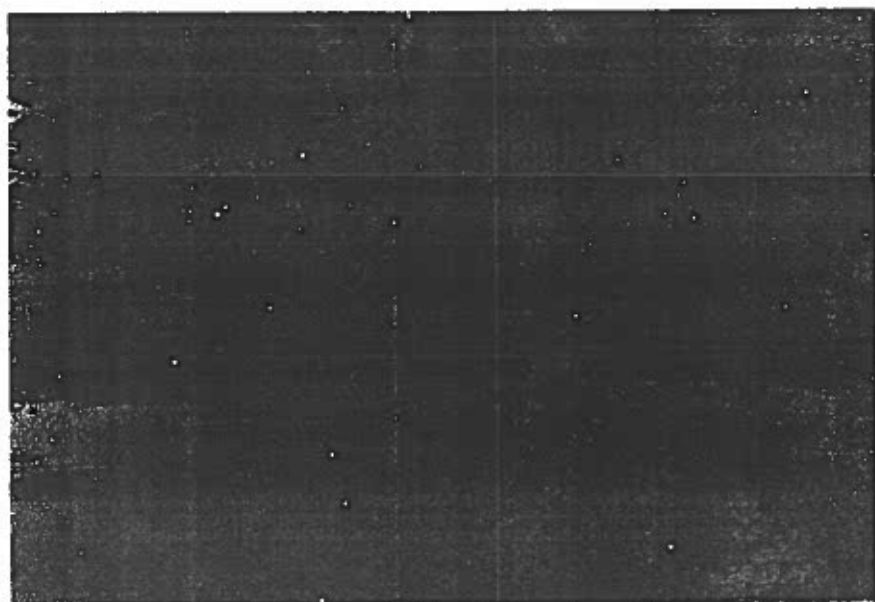


Fig. 1.3. Corte do topo de Beacon Hill para o alicerce do lago Mill, 1811.

pode danificar os alicerces das edificações. Edifícios em áreas aterradas são particularmente vulneráveis a terremotos, quando a movimentação da terra pode liquefazer o solo saturado sob suas fundações. A área aterrada no início do século XIX e início do século XX está densamente ocupada, coberta por edifícios construídos antes que surgissem, nos códigos de obras, medidas preventivas contra os terremotos. Um terremoto pode provocar uma destruição muito maior nessas áreas do que em áreas adjacentes, situadas em solo mais estável. Apesar de Boston não estar sujeita a terremotos tão frequentes como San Francisco e Tóquio, apresenta um risco similar a terremotos de grande magnitude. Em 1638, em 1727 e, novamente, em 1755, grandes terremotos sa-cudiram Boston. O dano causado pelo terremoto de 1727 foi considerável. Chaminés ruíram, telhados caíram, e alguns edifícios de alvenaria racharam e desabaram. Hoje, um terremoto de magnitude similar poderia ser catastrófico. A proporção do centro de Boston que se situa nas áreas aterradas não é extraordinária. Um terço da baía de San Francisco foi aterrada e construída desde 1849, assim como grande parte da área da baía de Tóquio¹⁰. (Não é de admitir que os maiores danos no grande terremoto de 1906 em San Francisco

10. Gary B. Gligo e John A. Gitchell, *Geological Hazards, Resources, and Environmental Planning*, Belmont, Calif., Wadsworth, 1983, p. 225.

Fig. 14. Vista de Boston, 1870. A construção de edifícios na nova área criada na Back Bay progride rapidamente.



tenham ocorrido nesse solo saturado.) Na Holanda, a escala de áreas conquistadas ao mar é inigualável; hoje, os holandeses estão construindo cidades novas em vastas áreas planas, recentemente conquistadas ao mar, da mesma forma que muitas das cidades holandesas mais antigas, como Amsterdã, foram constituídas no passado.

A Mudança do Curso das Mares e dos Rios

Os habitantes de Boston acostumaram-se há muito tempo a usar a água para a geração de energia e a disposição de detrito. Treze anos após sua chegada, os colonizadores da Bay Colony de Massachusetts já haviam explorado as fúlgas das marés para operar seus moinhos. O lago Mill, criado pelo ressamamento de uma encosta natural, mantinha um moinho, uma serraria e uma fábrica de chocolate, até ser aterrado, no século XIX. Os cidadãos também dependiam da ação das marés para se livrarem dos detritos. Mas só no século XIX o conflito entre as marés como fonte de energia e como agente de limpeza se tornou crítico. Durante o século XVIII, Boston começou um ambicioso programa de pavimentação de ruas, no qual a maioria das novas ruas pavimentadas eram constituídas com uma lombada no centro e sarjetas laterais.

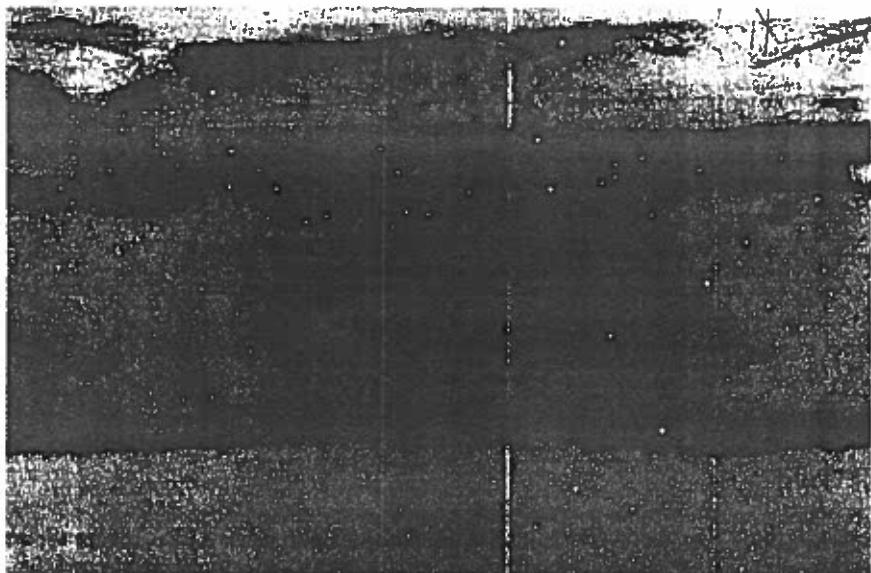


Fig. 1-5. Escavadeira a vapor carregando terra nos vagões de um trem para Back Bay, cerca de 1859. Duas máquinas a vapor faziam o serviço de duzentos homens, carregando uma composição de 35 carros em dez minutos. Esta escavadeira a vapor foi uma das primeiras produzidas nos Estados Unidos.

Um extenso sistema de drenagem subterrânea foi construído pela iniciativa privada¹¹. Este primeiro sistema de drenagem era tão eficiente que considerava-se parte das águas servidas e das águas eram esvaziadas nos baixios de maré. O grau com que as marés eram capazes de carregar os dejetos para o mar dependia de seu fluxo constante. Para produzir energia das marés, por outro lado, era necessário controlar seu fluxo e restringir sua vazão.

→ As questões de qualidade da água e de saúde pública tornaram-se fundamentais numa controvérsia do século XIX acerca de uma proposta para uma nova barragem na Back Bay. Os defensores da proposta estimavam que o projeto poderia fornecer energia para 81 moinhos, incluindo "seis moinhos de cereais, oito moinhos de farinha, seis serrarias, dezesseis cotonifícios e oito lanifícios, doze oficinas de corte e laminação, assim como muitas outras para o torneamento de canhões, a fabricação de âncoras, foices, rebolos e o polimento de pinturas, e sabe Deus o que mais"¹². Os opositores previam as consequências da limitação do fluxo das marés na Back Bay, e um deles antecipeu, em uma carta de 10 de junho de 1814 ao jornal *Daily Advertiser*, o que mais tarde se tornaria sensível a qualquer olfato:

11. Bredabaugh, *op. cit.*, p. 159.
12. Whitehill, *op. cit.*, p. 92.

Cidadãos de Boston! Já visitaram o Mall? Já inalaram a perfumada brisa do oeste, reflectindo cada sentido e revigorando cada nervo? O que pensam da conversão deste belo lençol de água que contorna o Common em uma planície de lama, transbordando com dejetos, repugnante ao olfato e repulsiva ao olhar? Pelos deuses do mar, lagos e fontes, isto é incrível!

Mas o esquema foi aprovado, a barragem Mill completada em 1821, e o destino da Back Bay, selado.

A contaminação da água, predita pelos opositores à barragem Mill, concretizou-se rapidamente. Tanto o rio Muddy como o córrego Stony despejavam suas águas na bacia de Back Bay; o mesmo faziam os esgotos de Roxbury. A ação das marés foi impedida não apenas pela barragem, mas também por mais duas ferrovias que a cortavam. Por volta de 1849, o Departamento de Saúde de Boston, decidindo que alguma coisa precisava ser feita a respeito da Back Bay, descreveu suas condições como "uma aborrecida, ofensiva e injuriosa questão para a grande e crescente população residente em suas proximidades"¹⁴. Na década de 1870, quando o distrito residencial de Back Bay estava quase pronto, esta era descrita como

os mais absurdos pântanos e lamacentos baixos que podem ser encontrados em Massachusetts, sem um único aspecto atractivo; um corpo d'água tão absurdo que nem mariscos e ostras podem viver ali; um lugar do qual ninguém se aproxima mais de um km no tempo de estio, a menos que seja absolutamente necessário, tão grande é o fedor que dali se exala.¹⁵

A situação se exacerbou pelo eficiente sistema de drenagem das águas e pela vulnerabilidade das áreas adjacentes à inundação. As águas das cheias e os esgotos que estas carregavam eram levados de volta até as ruas baixas de Roxbury.

Na década de 1880, Frederick Law Olmsted propôs para a área remanescente da Back Bay um plano que objetivava tanto o controle sanitário quanto o das enchentes (ver Cap. 7). Seu ponto central era um parque chamado do Fens, criado pela dragagem dos baixos de maré em uma bacia e adjacente do Fens, permitindo a circulação de águas das chuvas, sem provocar com isso a inundação das áreas adjacentes. Uma eclusa controlava o fluxo da maré para dentro e para fora do Fens, permitindo uma circulação regenerativa da água. Um novo sistema de canalização subterrânea interceptava o esgoto vindo do córrego Stony e o desviava diretamente para o rio Charles. Desta forma, os baixos de maré da Back Bay transformaram-se num atractivo parque. O Fenway tornou-se um endereço da moda, ladeado por casas e pelos novos edifícios de velhas instituições de Boston. A solução de

13. *Idem*, p. 90
14. *Idem*, p. 150
15. *Idem*, p. 180

Olmsted foi eficiente e muito "moderna"; técnicas similares ainda representam o que há de mais avançado atualmente. De fato, em 1977, quando o Corpo de Engenheiros do Exército deu início à compra de milhares de hectares de várzeas a montante de Boston, por sua capacidade de reter as águas das cheias, prevenindo dessa forma a inundação do centro de Boston, esta ação foi considerada inovadora (ver Cap. 7).

Apesar de a construção do Fens na Back Bay ter reduzido as enchentes e melhorado a qualidade das águas na área, os baixios de maré do rio Charles continuaram a ser um risco sanitário, especialmente na maré baixa, quando uma combinação de águas pluviais e águas servidas continuava a ser despejada com seus detritos. Finalmente, em 1910, uma barragem foi construída através da foz do rio Charles, convertendo-o num corpo de água doce; os baixios ao longo das margens do rio foram aterrados para criar o dique do rio Charles, cuja forma não guarda, hoje, qualquer semelhança com as amplas batallas do rio de maré original. Boston nunca equacionou adequadamente seus sistemas de esgotos. Muitos esgotos da cidade contêm uma combinação de águas pluviais e águas servidas. Os sistemas de tratamento de esgoto da cidade estão sobrecarregados e obsoletos; o esgoto *in natura* é rotineiramente despejado na baía durante as tempestades, e os colapsos são cada vez mais frequentes. A combinação de esgoto com o deteriorado sistema de tratamento é um problema compartilhado pela maioria das cidades do nordeste dos Estados Unidos e por muitas outras cidades antigas da Europa. Nestas cidades, inundações cada vez maiores agravam a poluição das águas.

Água Importada e Vales Inundados

O suprimento de água por fontes e poços locais era suficiente para as necessidades de Boston, no fim do século XVIII. Em 1794, Thomas Fensberron realizou que muitos habitantes se abasteciam de água pura retirada de poços perfurados em seus próprios quintais¹⁶. Em 1825, quando a população triplicou, contudo, um suprimento adequado de água não-contaminada não poderia mais ser fornecido por poços privados ou mesmo por uma fonte de água municipal localizada na cidade. Em 1834, uma pesquisa dos poços da cidade revelou que muitos estavam contaminados, e que a oferta de água era insuficiente. A água em aproximadamente um quarto dos poços não era potável. Apenas sete poços de um total de 2767 forneciam água suficientemente limpa para a lavagem de roupas. Os pesquisadores descobriram quarenta ou cinquenta bombas que eram acorrentadas e fechadas com chaves que os proprietários cediam mediante uma taxa anual. Algumas ruas não tinham poço

16. Thomas Fensberron, 1794, citado em Whitehill, *op. cit.*, p. 47.

algum¹⁷. Esse estudo concluiu com uma recomendação para que a cidade captasse água de lagos a 20 km de distância, em Frammingham e Natick.

Em 1846, depois de mais de dez anos de contínuos debates, teve início a construção de um aqueduto que ia do lago Long, em Natick, até Boston. Cem quilômetros de canos de ferro foram assentados em dois anos¹⁸. Em 25 de outubro de 1848, a primeira água vinda do lago Long, rebalizado de lago Cochituate, foi celebrada num grande evento no Boston Common (Fig. 1.6). Uma multidão entre 50 e 100 mil pessoas compareceu à celebração. O prefeito declarou feriado escolar, e a nova fonte no Common esgotou durante todo o dia. Entretanto, a celebração foi prematura, porque o consumo de água aumentou muito mais rapidamente do que o previsto. Fontes públicas foram construídas em parques e praças, e privadas e banheiras foram introduzidas nas residências. Em cinco anos, o consumo médio diário tinha excedido todas as expectativas. Em 1869, apenas vinte anos depois da celebração, as águas do lago Cochituate se tornaram insuficientes. Desde então, a cidade de Boston tem lançado olhares para águas cada vez mais distantes.



Fig. 1.6. A Festa da Água no Boston Common, 25 de outubro de 1848, inaugurando um novo suprimento de água com bandas, paradas, salvas de canhões e fontes ruimorjantes. O motivo dessa celebração teve vida curta. Em cinco anos, o uso da água excedeu as expectativas, e Boston enfrentou uma crise de abastecimento de água.

17. Nelson, M. Blake, *Water for the Cities: A History of the Urban Water Supply Problem in the United States*, Syracuse, N. Y., Syracuse University Press, 1956, p. 178.
18. *Idem*, p. 215.

Já no ano de 1895, a cidade começou o trabalho político para a incorporação das terras do Quabbin, o que sucedeu em 1928, quando a bacia de aproveitamento 250 km² do vale do rio Quabbin, 100 km a oeste, foi destinada a um reservatório. As casas, as igrejas, as escolas e os cemitérios de quatro cidades foram removidos do vale antes que ele fosse inundado. O Reservatório-Quabbin tem sido a principal fonte de água de Boston desde então. Cinquenta anos mais tarde, ainda é possível caminhar por uma estrada que atravessa a Reserva de Quabbin e seguir-la até a linha d'água onde desaparece, na direção do sítio subaquático de uma cidade submersa. Em 1974, o Reservatório-Quabbin fornecia água para cerca de 2 milhões de pessoas em 32 cidades e vilarejos, em um rio de 25 km do centro de Boston. A poluição dos poços, que originalmente forçou Boston a captar água mais além dos limites da cidade, continua. Um por um, os poços dos subúrbios distantes são contaminados por resíduos tóxicos, forçando essas comunidades a se interligarem ao Sistema de Água Metropolitano, aumentando ainda mais o número de usuários do serviço. Muitas cidades se juntaram ao distrito, não por necessidade, mas apenas por conveniência. Ironicamente, diversas dessas cidades — Canton e Norwood, entre elas — situam-se no aquífero Neponset, fonte potencial de suprimento de água para a cidade de Boston. Essas comunidades, todavia, não têm incentivo para proteger a qualidade da água de seus subsolos, e o aquífero está ameaçado pelo desenvolvimento industrial e pelo despejo de dejetos. Hoje, a cidade de Boston, sempre em demanda de água, está olhando novamente a oeste, para o rio Connecticut, planejando captar a água em seu caminho para o estreito de Long Island e canalizá-la para Boston. A batalha pela água já não é apenas entre cidade e campo; ela agora opõe cidade contra cidade.

A situação de Boston não é excepcional: todas as cidades importantes estão sempre à espreita de novos recursos hídricos. O problema pode ser muito mais grave em cidades de regiões áridas e semi-áridas como, por exemplo, Denver, Los Angeles e Phoenix. Mas mesmo cidades em regiões com farta precipitação de chuvas (Nova Iorque, Baltimore, Nova Orleans) estão encontrando dificuldades crescentes para assegurar um suprimento de água não-contaminada.

Domesticção da Flora e da Fauna

Os colonizadores da baía de Massachusetts fundaram a cidade de Boston numa península desprovida de árvores. Sua vegetação consistia provavelmente em uma flora típica de maré e de áreas pantanosas, assim como em arbustos e algumas árvores. Embora os colonizadores usassem as matas para mover seus moinhos, a madeira era a única fonte de combustível durante o

século XVII, e a madeira para combustível estava constantemente em déficit em relação à demanda¹⁹. As matas próximas foram derrubadas para abastecer a cidade que crescia; a madeira era trazida das áreas próximas do continente por trens, no inverno, e das ilhas na baía por barcos, nas outras estações²⁰.

Os colonizadores trouxeram consigo árvores frutíferas e ornamentais da Europa, e em 1728 a primeira fileira de árvores foi plantada no Boston Common como uma alameda de sombreamento²¹. Muitas árvores plantadas nos séculos XVIII e XIX em Boston foram espécies europeias importadas; choupos-da-itália, tilhas, e olmos ingleses eram bastante populares. A moda de plantar espécies exóticas atingiu seu apogeu no século XIX, quando jardins botânicos foram implantados em Boston e em outras cidades através dos Estados Unidos e Europa. O resultado é a flora cosmopolita de hoje. As árvores nas ruas de Boston têm diversas origens; a acácia-melaleuca é nativa do centro dos Estados Unidos, o bordo norueguês e a tilha de folha murcha da Europa, o ginkgo do Leslie da China. O capitão-do-campo de Kentucky nos jardins privados e parques não é nativo do Kentucky, é uma grama asiática transplantada na América do Norte através da Europa²².

Entre 1880 e 1895, os habitantes de Boston fizeram novas grandes plantações de árvores e prados dentro da cidade – Franklin Park, Arnold Arboretum, lago Jamaica. Estas paisagens constituídas pelo homem foram modeladas por exercícios de cavalos e trabalhadores, como parte de um movimento mais amplo nas cidades norte-americanas e europeias, nas quais grandes e bucólicos parques foram criados para a crescente população urbana. Como o Franklin Park em Boston, a paisagem do Central Park de Nova Iorque foi inicialmente remodelada, replantada com mais de 4 mil novas árvores e arbustos. A maior parte do trabalho no Central Park foi completada num período de cinco anos. O projeto chegou a empregar 2,5 mil trabalhadores por dia, que criaram colinas e vales, lagos e pântanos, movendo matações e arrancando árvores adultas. Esses parques bucólicos, projetados como uma forma idealizada de natureza, derivada das propriedades rurais inglesas, requeriam uma enorme manutenção. Hoje, muitos deles estão em declínio e em péssimas condições, necessitando de renovação.

Nem todas as plantas foram importadas para fins agrícolas ou ornamentais, ou mesmo plantadas intencionalmente. Algumas encontraram seu caminho alojadas na bagagem de um viajante, presas nos eixos de carroças ou nos cascos dos animais, misturadas com sementes comerciais, ou nos fundos das caixas de embalagem. Entre essas, havia plantas que se associaram ao ho-

19. Hildebrandt, *op. cit.*, p. 12.

20. *Ibidem*.

21. Nathaniel B. Shurtleff, *A Topographical and Historical Description of Boston*, Boston, Runkwell &

Churchill City Printers, 1890, p. 320.

22. Edgar Anderson, *Plants, Man and Life*, Berkeley e Los Angeles, University of California Press, 1969, p. 12.

nenh, milhares de anos atrás, foram companheiras dos viajantes desde então, brotando nos campos agrícolas abandonados e nos terrenos baldios das cidades, à margem de estradas e nos canteiros dos jardins. Sobreveio em solo pobre – um dos habitats mais comuns criados pelo homem. A *Plantago lanceolata*, uma lanchagem, é uma das mais antigas seguidoras do homem. Primário associada com os agricultores neolíticos, ela é hoje comum em gramados, parques e margens de estrada, ranhuras e frestas nas calçadas em Boston e em muitas cidades de ambos os lados do Atlântico²³.

Remanescentes de comunidades de plantas nativas são ainda abundantes em espaços abandonados e esquecidos por toda a cidade. Em muitos lugares, todavia, as plantas mais resistentes se misturam com forasteiras naturalizadas, formando uma comunidade cosmopolita encontrada em cidades de clima temperado por todo o mundo. Dessa forma, uma pedreira abandonada em Boston abriga muitas das espécies de plantas encontradas no pátio de uma velha estação ferroviária em Berlim, destruída em 1945: alianto (*Ailanthus altissima*), falsa-acácia (*Robinia pseudacacia*), bordo-norueguês (*Acer platanoides*) e álamo-trêmulo (*Populus tremuloides*)²⁴. Estas “silvestres urbanas”, tão expressivas do poder regenerativo da natureza, e tão reconhecidas como um ponto de partida para a cidade, começam a ser reconhecidas como um recurso em Boston, como o são na Alemanha e na Holanda (ver Cap. 9).

Os colonizadores trouxeram consigo vacas, ovelhas, porcos e cachorros. Vacas e ovelhas pastavam no Common, vigiadas por um pastor, mas porcos e cachorros vagavam livremente pela cidade.

Os porcos fugavam pelas ruas à vontade, servindo ao propósito útil de lixeiros, mas tornando a circulação de homens e cavalos perigosa. Tentativas constantes foram feitas para abolir esse aborrecimento. Em 1634, os cidadãos de Boston votaram que não mais deveria ser permitido aos suínos correr à solta, mas deveriam ser “presos nos quintais” e, dois anos mais tarde, escolheram Richard Fairbanks como inspetor de porcos, com poder de impor todos os corretivos²⁵.

Cães vadios também eram um aborrecimento na Boston do século XVII, como o são ainda hoje. A cidade fez uma tentativa para resolver o problema em 1697, com a proibição de que qualquer pessoa abaixo de uma renda mínima possuisse um cão. Altas multas eram impostas por se deixar um cachorro solto, e qualquer pessoa tinha permissão de matar um cão vadio. Nas modernas cidades norte-americanas, estima-se que a média da população canina é de um cão por sete pessoas. Cachorros sem coleira são ainda um abor-

²³ *Ibidem*, pp. 3-5.
²⁴ Compare-se a lista de plantas em Herbert Sukopp, Hans-Peter Blume e Wolfram Kunick, "The Soil, Flora, and Vegetation of Berlin's Wastelands", em *Nature in Cities*, ed. por Jan C. Lauret, Chichester, Engl., Wiley, 1979, pp. 125-127, com aquela de uma pedreira abandonada em Boston, em Nancy M. Page e Richard E. Weaver, Jr., *Wild Plants in the City*, Nova Iorque, Quadrangle/The New York Times Book Co., 1975, p. 9.
²⁵ Bredenbaugh, *op. cit.*, p. 19.

recimento nas cidades americanas, assim como em cidades do Japão e da Grã-

Britanha.

A aliação da comunidade vegetal de Boston e o crescente aumento da
densidade da população humana ocasionaram mudanças correspondentes na
vida selvagem da cidade. Muitos animais nativos, privados de seus habitats e
 fontes de alimentação, e presas de gatos e cães domésticos, retrocederam aos
 limites da cidade. Com o tempo, espécies alienígenas preencheram os nichos
 criados pelo homem – corujas e beirais de edifícios, armazéns e jardins. Es-
tes alienígenas – pardais, estorninhos, pombo, ratos e baratas – agora abun-
dam em muitas cidades. Junto com carniceiros nativos adaptáveis, como as
 galvoas, eles compõem a maior parte da vida selvagem da cidade de Boston
 hoje. Mesmo os grandes parques urbanos e as reservas de Boston, como o co-
 mitério Mt. Auburn, abrigam abundante e diversificada vida selvagem, do
 mesmo modo que o Rock Creek Park em Washington, D.C., e o Regent's
 Park, em Londres (ver Cap. 11).

Aliação do Ar

A situação original de Boston, aberta às brisas marinhas e com pequena
 predisposição às inversões térmicas, protegeu a da poluição do ar experimen-
 tada por cidades coloniais em localizações menos afortunadas, como a colô-
 nia espanhola de Los Angeles. Nos séculos XVII e XVIII, a fumaça do carvão
 nas chaminés da cidade provavelmente se dissipava com rapidez. Efectiva-
 mente, Boston disputava com Chicago o título de "Cidade dos Ventos", fato lar-
 gamente apreciado na década passada, depois da construção do Prudential
 Center Tower, da Torre Hancock e de inúmeros outros edifícios de escritó-
 rios no centro, que canalizaram o vento e criaram redemoinhos nas ruas abai-
 xo. As operações de aterro e construção do século XIX devem ter produzido
 uma marcante mudança no clima de certas partes da cidade. Onde os baixos
 de maré foram aterrados e construídos, os ventos reduziram-se ao nível do
 chão. O Common, que fora aberto à força directa dos ventos que sopram do rio
 Charles, foi, na década de 1870, protegido pelo novo conjunto residencial na
 Back Bay. Mas o vento ainda sopra, dificilmente amainado, ao longo da cos-
 ta e no topo das colinas expostas. Outros edifícios, construídos desde 1965,
 agravaram o problema dos ventos naturais da cidade, criando condições des-
 confortáveis e até perigosas em algumas esquinas. Os longos e rigorosos in-
 vernos de Boston aumentam a demanda da cidade por combustível e impecun-
 um desafio aos pedestres, especialmente nos espaços amplos e abertos. Quan-
 do a torre de escritórios e o centro de compras do Prudential Center foram
 abertos próximo à Copley Square, as lojas anteciparam uma explosão de ven-
 das. As ásperas condições de vento, criadas pela torre, derubaram essas pro-
 messas, e a maior parte do shopping center foi subsequentemente fechada. A

parte aberta da praça do *shopping* é desconfortável, mesmo no verão, quando os ventos sopram partículas arensosas, atirando-as contra os consumidores. O centro de compras nunca atingiu o potencial econômico previsto.

Existe tanta comprovação dos contínuos processos naturais na moderna Boston. As mares sobem e descem nos brejos salobres, ao longo do cais e dos diques. Num dia calmo, uma suave brisa passa pelo centro, vinda do oceano. Depois de uma tempestade, o rio Muddy testemunha a erosão a montante. Plantas colonizam em poucas semanas o solo nu dos terrenos baldios. Sembradas e os jardins cuidados dos subúrbios. Menos bucólicos talvez, mas não menos parte da natureza. Ver a natureza na cidade é apenas uma questão de percepção.

A BUSCA DA NATUREZA: PARQUE, SUBÚRBIO E CIDADE-JARDIM

Por mais insensíveis que possam ter sido aos processos da natureza, os habitantes da cidade têm cultivado elementos naturais isolados, procurando incorporá-los ao seu ambiente físico. Essa busca da natureza tem sido evidente na cidade, através de mistérios, em jardins, parques e aldeias, subúrbios e postos utópicos de cidades-jardim. No século VII a.C., Senaqueribe construiu um parque para os cidadãos de Nínive; no século XIX, as cidades reservaram grandes porções de bosques e prados para a educação, saúde e recreação de seus habitantes. Filósofos da antiga Atenas reuniam seus discípulos em jardins arborizados; os habitantes das cidades do século XVII passeavam por aldeias marginais de arvoredos. Moradores das cidades medievais europeias cuidavam de numerosos jardins dentro dos muros das cidades, da mesma forma que os jardineiros urbanos cultivam atualmente pequenos cantos-escuros, coberturas, terraços e terrenos baldios.

Enquanto a cidade permaneceu relativamente pequena, não era divorciada da do campo. Muitos habitantes das antigas cidades mesopotâmicas, mesmo os artesãos e mercadores, cultivavam suas próprias terras ou as de outros²⁶. A maior parte dessas áreas de cultivo ficava fora dos limites dos muros da cidade, mas muitas áreas para culturas e pastos ficavam dentro dos muros, uma

26. Henri Frankfort, "Town Planning in Ancient Mesopotamia", em *The Town Planning Review*, 21: 102, jul. 1950.

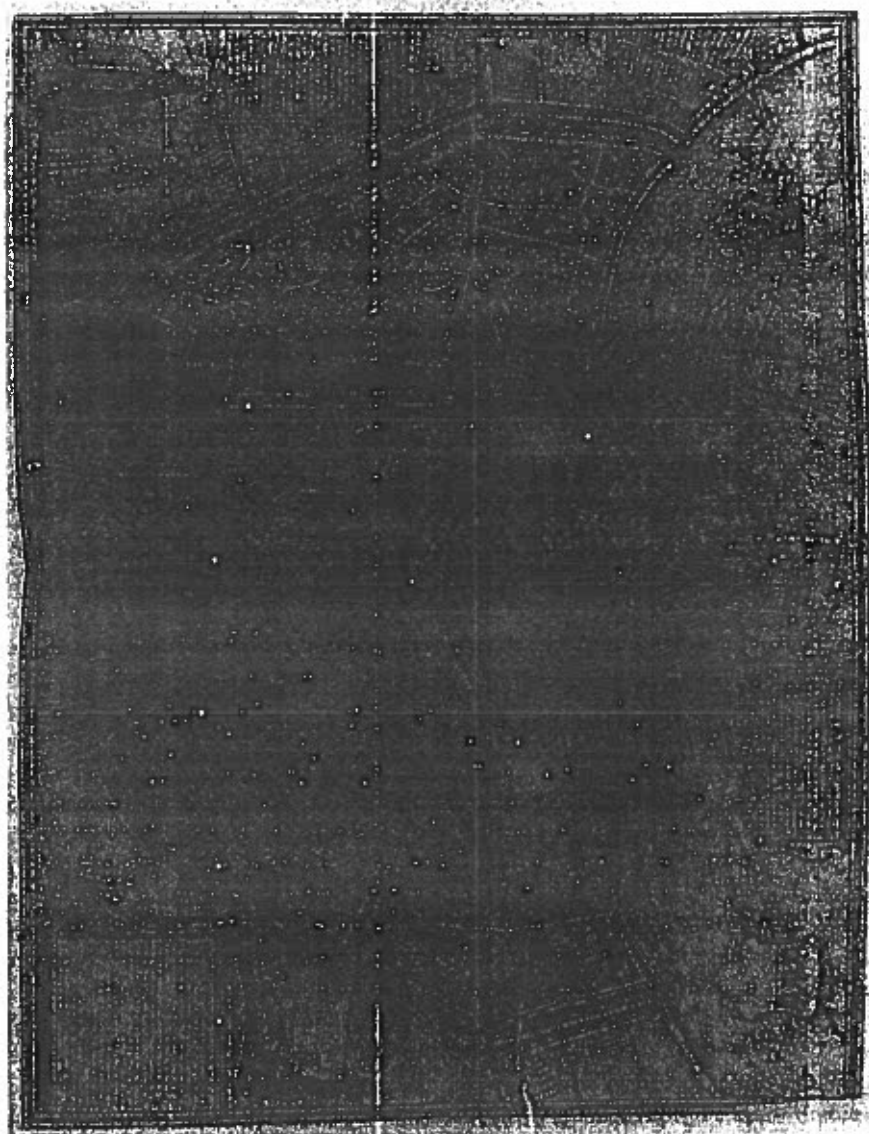


Fig. 1.7. Mapa de Colônia, Alcmânia, do século XVI. Esta planta ilustra o estrueto racional-mento entre a cidade e o campo, típico de muitas cidades da Europa medieval. Note-se os jardins e renques de árvores dentro dos muros; da cidade, o caminho adornado de árvores ao longo do fosso e os campos agrícolas a jenas do lado de fora do muro.

precaução contra os cercos. Milhares de anos depois, na Europa medieval, atividades rurais e agrícolas como a caça e a pesca faziam parte da vida urbana cotidiana. A cidade e o campo ainda estavam interligados. As hortaliças eram trazidas à cidade, e os refúgios e o lixo orgânico, despejados nas vilas rurais próximas para adubação. No século XVI, em Colônia, uma importante cidade europeia, muitas casas tinham grandes quintais. O novo mercado era localizado do numa grande praça cheia de árvores, assim como as seis ruas que marcavam o local dos antigos muros da cidade (Fig. 1.7). Um muro, um fosso e um caminho margeado de árvores cercavam a cidade. O muro e o fosso, mais do que representavam uma barreira para o campo, criavam um lugar agradável para passeio e recreação. "Fora da cidade", lê-se numa inscrição de um atlas contemporâneo, "existem duas colinas e um amplo fosso, sombreado por árvores verdes, que servem como campos de jogos no verão, e são usados para a recreação de estudantes e para todos os tipos de esportes e passatempo"²⁷.

A medida que as cidades se tornaram maiores e mais congestionadas, a distância do campo e a nostalgia da natureza aumentaram, enquanto queixas contra a vida urbana — especialmente a fumaça e o mau cheiro — se multiplicaram. Isso foi tão verdadeiro para a Roma do século I, como para a Londres do século XVI e a Nova Iorque do século XX. No século XVII, na Europa, a propriedade de um jardim e a facilidade de acesso ao campo, anteriormente privilégio de todo cidadão, tornaram-se inacessíveis ao morador comum. Onde antes havia pomares nos quintais e jardins foram construídas casas, servidas por vielas escuras atrás das ruas principais. No século XVIII, os muitos jardins de Colônia e da maioria de outras cidades europeias desapareceram. Habitantes das cidades desde então têm tentado recapturar a natureza. Já no ano de 1516, quando *Sir Thomas More* publicou sua *Utopia*, muitas das amenidades das pequenas cidades medievais, como Colônia, tinham praticamente desaparecido dos maiores centros urbanos, como Londres e Paris. A descrição de More da capital imaginária de *Utopia*, com seus florestantes e abundantes quintais e jardins e o seu cinturão verde do campo, se encaixa na Colônia da época. Autores utópicos posteriores têm seguidamente ecoado os temas e as idéias de More sobre a imitação do tamanho das cidades, o cultivo de jardins dentro delas e a integração cidade-campo.

Aqueles que introduziram a natureza na paisagem cívica, na forma de parques, árvores e jardins, procuraram criar uma pequena utopia onde eles viviam. "Aqui ou em parte alguma está nossa utopia", sustentavam os reformadores cívicos do século XIX, que defendiam a concretização da cidade ideal, diferente em cada cidade"²⁸. As condições de superpovoamento e de poluição do ar e da água, criadas pelo crescimento intenso das cidades do século XIX,

27. Georg Bruhn e Franz Hogenberg, *Old European Cities*, Arthur Hibbert e Rüdiger Oehme (eds.), Londres, Thames and Hudson, s.d., p. 57.
28. Patrick Geddes, *Cities in Evolution*, Londres, Williams & Morgan, 1915, p. 87.

precipitaram o movimento de reforma sanitária que provocou um maciço investimento em paisagismo e infra-estrutura cívica, um investimento cuja magnitude é pouco apreciada hoje. Durante esse período, a maioria das cidades dos Estados Unidos abriram suas ruas para instalar novas linhas de água esgoto. Grandes parques públicos foram construídos em cidades através da América do Norte e Europa, planejados como "pulmões da cidade", parte de um esforço abrangente para a melhoria do bem-estar, segurança e saúde dos residentes das cidades mediante a alteração do ambiente físico. Quando esses empreendimentos utilizaram as forças da natureza, e quando projetos como parques, drenagem das ruas e tratamento dos esgotos foram percebidos e projetados como empreendimentos afins, atingiram um sucesso memorável, como o do Fens de Boston, de Olmsted. Muito frequentemente, entretanto,

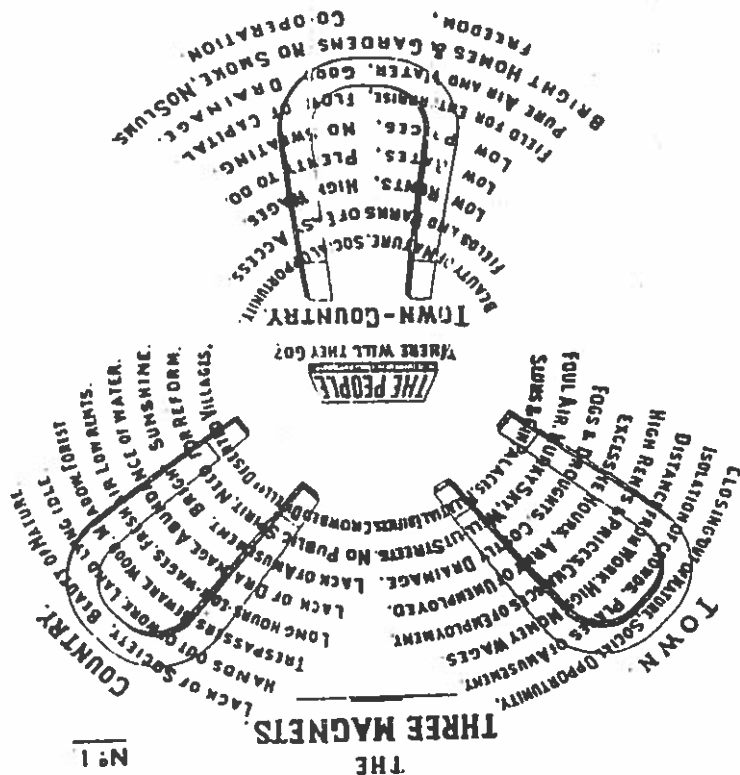


Fig. 1.8. Resumo de Ebenezer Howard d' antigo debate sobre as vantagens da vida na cidade, comparadas às da vida no campo. Howard propôs a combinação dos benefícios de ambas na cidade-jardim.

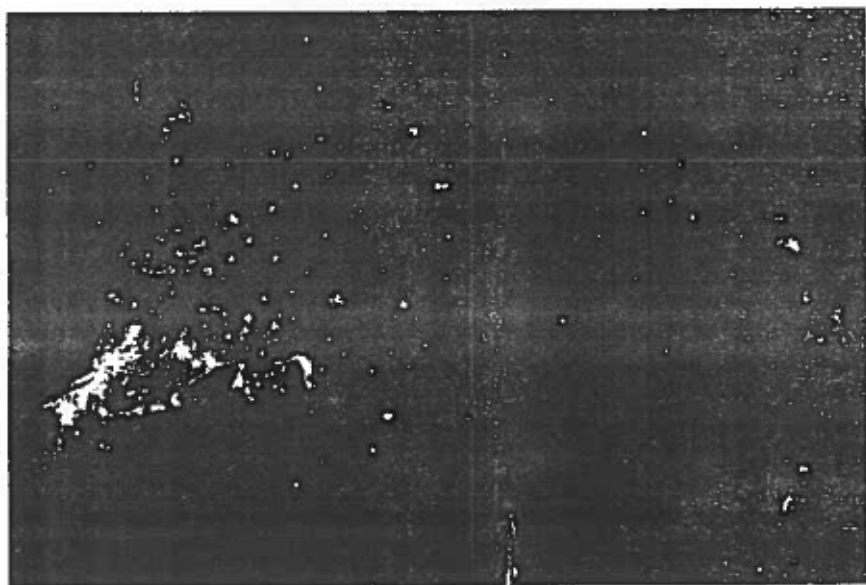


Fig. 1.10. Vista dos Estados Unidos à noite, de satélite. Fotografias de aviões e sensores emitemo a partir de satélites revolucionaram nossa percepção do mundo. Aqui, as luzes da cidade formam constelações urbanas.

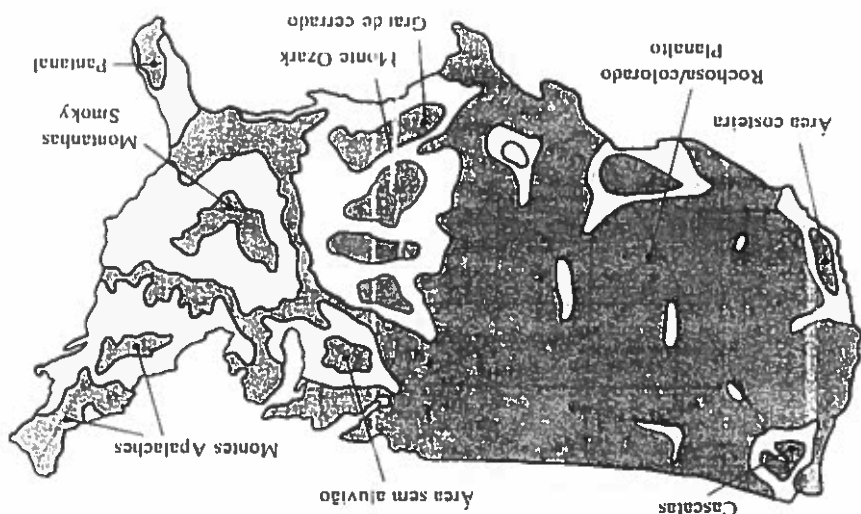


Fig. 1.11. Constelações urbanas delineadas por Philip H. Lewis Jr de imagem de satélite, a maioria circundando uma grande área selvagem.

guentamente citado nas novas cidades e implícito nos subúrbios, a maioria das novas cidades e subúrbios incorporam simplesmente os ornamentos da natureza, como árvores, gramados, jardins e lagos, mas são construídos com tão pouco cuidado na observação dos processos da natureza como foram as velhas cidades. Com poucas exceções, eles têm utilizado os mesmos processos de ocupação e técnicas de edificação. A medida que envelhecem e a urbanização se desenvolve à sua volta, exibem muitos dos mesmos problemas ambientais das antigas cidades. Podem ser, à primeira vista, uma combinação ideal entre a cidade e o campo para o indivíduo que tem recursos para viver neles, mas com o passar do tempo são apenas uma solução particular e temporária para os problemas das metrópoles.

O primeiro subúrbio provavelmente apareceu pouco depois da construção do primeiro muro de cidade. O êxodo em massa da classe média da cidade para os subúrbios, todavia, data do século XIX e da invenção de novos meios de transporte. O bonde e, depois, o automóvel tornaram possível trabalhar na cidade e viver fora dela. Pela primeira vez, muitos puderam permitir-se

A magnitude da migração durante os séculos XIX e XX para os subúrbios levou, finalmente, os problemas ambientais da cidade para o campo, criando um muro maciço de propriedades privadas entre aqueles que vivem no interior da cidade e as áreas rurais mais além, um muro ainda mais efetivo na separação da cidade em relação ao campo circundante do que as amplas fortificações dos séculos XVII e XVIII.

O crescimento da maioria das cidades do século XX ocorreu principalmente nos subúrbios periféricos, não no centro urbano. Populações urbanas abandonaram o centro da cidade em ondas sucessivas, dando início a um padrão de dispersão através do campo — padrão encorajado pela proliferação do automóvel e pela construção de sistemas de rodovias eficientes. Modernas metrópoles tornaram uma forma totalmente nova. Os limites de muitas das antigas cidades superpõem-se agora às suas bordas, formando vastos campos urbanos com múltiplos centros em vez de um único. Retalhos remanescentes do campo são agora comumente cercados pelos limites externos dos subúrbios de diversas cidades. Realmente, grandes concentrações urbanas, cada qual composta de muitas cidades, circundam a maior parte das áreas selvagens remanescentes dos Estados Unidos (ver Figs. 1.10, 1.11 e 1.12). Soluções efetivas

criar um refúgio no qual pudessem, como indivíduos, superar os efeitos crônicos da civilização enquanto comandavam segundo sua vontade os privilégios e benefícios da sociedade urbana. Essa utopia revelou-se, até certo ponto, realizável: tão encanadora, que aqueles que a seguiram não viram a desvantagem fatal que estava ligada a ela — a desvanecimento da população, a inundação fatal do movimento de massas, seus próprios participantes destruíram o benefício que cada indivíduo buscava para seu próprio círculo doméstico.

vas tanto dos problemas da cidade quanto do subúrbio podem ser agora alcançadas se se compreender o lugar de cada um dentro da região maior e se encararem a cidade, os subúrbios e o campo como um sistema único e em evolução, interligado pelos processos da natureza e pelos interesses econômicos e sociais dos humanos.

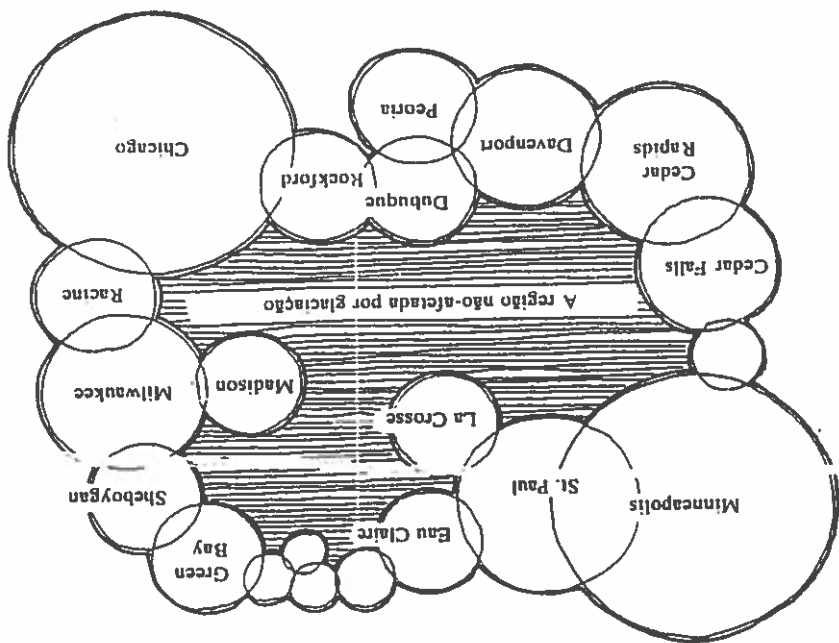


Fig. 1.12. Cidade Circular, uma conglomeração urbana formada por Chicago, Milwaukee, Eau Claire, Minneapolis, St. Paul, Cedar Rapids, Davenport e muitas outras cidades menores, habitada por 15 milhões de pessoas. A área rural no meio desta cidade circular é o seu "Central Park".

Os habitantes da cidade têm demonstrado interesse constante pela natureza através da história. Hoje, esse interesse vem aumentando devido a uma crescente consciência por toda a sociedade dos custos para a saúde e o bem-estar decorrentes de uma contínua degradação ambiental. É tempo de desenvolver o que tem sido um apego romântico aos ornamentos da natureza em um empenho para remodelar a cidade em harmonia com os ciclos da natureza. O conhecimento dessas atividades e a aplicação da nova tecnologia podem fornecer esses meios.

Parte II
AR

Num dia claro, o céu azul-brilhante em clima torna-se cinza-chumbo em torno da cidade; no verão, a linha do horizonte tremula com o calor. Esta imagem é um lugar-comum, nada merecedor de manchetes de jornais, mas seu impacto diário na saúde é penetrante e mortal. Os muito idosos, os muito jovens e aqueles com doenças cardíacas e pulmonares sofrem mais intensamente com o calor e a poeira das cidades, mas, com o passar dos anos, a poeira e o desconforto fazem seus estragos nas pessoas saudáveis também. O impacto da poluição do ar em crianças é mais insidioso e duradouro.

O ar da cidade de Nova Iorque e de Los Angeles, cidades que contêm quase 8% da população dos Estados Unidos, não alcançam, na maior parte do tempo, os padrões de qualidade do ar do país; três dias em quatro em Nova Iorque, e sete dias em dez em Los Angeles¹. Quando o ar está "inadequado" (um em cada quatro dias em Nova Iorque e um em três dias em Los Angeles²), muitas pessoas podem tossir, sentir-se cansadas ou sofrer de uma leve dor de cabeça, mas as autoridades advertem os mais idosos e aqueles com doenças cardíacas e pulmonares a permanecerem dentro de casa e limitarem as atividades físicas.

Mesmo quando a qualidade geral do ar é considerada "adequada", o monóxido de carbono e a poeira venenosa nas calçadas e áreas de recreação

1. U.S. Council on Environment Quality, *Environmental Quality - The Tenth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, D.C., U.S. Government Printing Office, 1979, pp. 24, 28.

2. *Ibidem, ibidem*

podem atingir níveis perigosos. O crescente envenenamento por chumbo em tre as crianças urbanas e suburbanas está agora ligado mais ao chumbo em suspensão no ar das cidades do que à tinta, e a perda da coordenação motora pela inalação de monóxido de carbono tem sido citada como uma das causas de acidentes no tráfego pesado.

No verão, a agressão do calor é acrescida à poluição. A cidade, especialmente suas densas áreas centrais, é mais quente e menos ventilada do que as áreas rurais periféricas. O aumento de temperatura da cidade acresce o desconforto de verão e o consumo de energia requerida para o ar-condicionado diurnamente, e durante as ondas de calor prolongadas, contribui para um número maior de mortes do que nas áreas mais frescas dos subúrbios.

Os problemas da sujeira e o conforto estão interligados. Automóveis, usinas de energia, torneiras e fábricas poluem e aquecem o ar. Áreas densamente edificadas bloqueiam o vento, impedindo a dispersão da poeira e do calor. Vales e ruas-desfiladeiro aprisionam os poluentes. Pedra e concreto absorvem o calor e o estocam durante o dia, liberando-o à noite. Junções, essências produzem um clima urbano distinto daquele das áreas rurais. Atividades, formas e materiais urbanos, e o modo como são combinados são responsáveis pela grande variação de microclimas e dos graus de poluição do ar de lugar para lugar dentro da cidade. As características do clima urbano (ver Tab. 2.1), suas causas e efeitos, são bem conhecidos, mas este conhecimento raramente é aplicado.

Com muita frequência, os construtores das cidades — o governo, a iniciativa privada, os engenheiros, arquitetos, paisagistas e urbanistas — se esquecem dos efeitos que causam ao clima urbano e à qualidade do ar. Poluição do ar, desconforto e consumo de energia são tratados separadamente, quando são considerados, e não como o todo relacionado que representam. Tentativas de resolver um problema acabam muitas vezes criando muitos problemas novos.

VENENOS NO AR

Poluição, doenças e cidades têm uma associação antiga. Em 61 d.C., Sêneca queixava-se de Roma: "Assim que escapei da atmosfera opressiva da cidade e daquele horrível odor de cozinhas enfumagadas, as quais quando em uso liberam uma ruínosa mescla de vapor e fuligem, percebi imediatamente o quanto minha saúde estava ameaçada". Londres era conhecida pelo ar contaminado, desde 852 d.C.⁴ A primeira lei de combate à fumaça, criada em Lon-

3. Sêneca, 61 d.C., citado em K. C. Heidorn, "A Chronology of Events in the History of Air Pollution Meteorology to 1970", em *Bulletin of the American Meteorological Society*, (59): 1589, 1978.

4. *Ibidem*.

Tabela 2.1. Características do Clima Urbano

| Elemento | Comparado a ambientes rurais |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Poluentes | |
| Núcleos de condensação | 10 vezes mais |
| Particulados | 10 vezes mais |
| Misturas gasosas | 5 a 25 vezes mais |
| Radiação | |
| Total em superfície horizontal | 0 a 20% menos |
| Ultravioleta, inverno | 30% menos |
| Ultravioleta, verão | 5% menos |
| Irradiação da luz solar | 5 a 15% menos |
| Nebulosidade | |
| Nuvens | 5 a 10% mais |
| Fog, inverno | 100% mais |
| Fog, verão | 30% mais |
| Precipitação | |
| Quantidades | 5 a 15% mais |
| Dias com menos de 5 mm | 10% mais |
| Queda de neve, interior da cidade | 5 a 10% menos |
| Queda de neve, limite da cidade | 10% mais |
| Tempestades | 10 a 15% mais |
| Temperatura | |
| Média anual | 0,5 a 3°C mais |
| Mínima de inverno (média) | 1 a 2°C mais |
| Máxima de verão | 1 a 3°C mais |
| Dias com uso de aquecimento | 10% menos |
| Umidade relativa | |
| Média anual | 6% menos |
| Inverno | 2% menos |
| Verão | 8% menos |
| Velocidade do vento | |
| Média anual | 20 a 30% menos |
| Rajadas de ventos | 10 a 20% menos |
| Calmaria | 5 a 20% mais |

Fonte: Helmut E. Landsberg, *The Urban Climate*, Nova Iorque, Academic Press, 1981.

dres em 1273, proibia o uso do carvão por ser "prejudicial à saúde", mas essa lei teve vida curta, derrubada pela falta de uma alternativa barata ao carvão de umiminoso. O problema da poluição do ar em Londres cresceu com a cidade.

e pelo século XVII o ar londrino era notório. Em 1661, lamentava John Evelyn:

Enquanto essas [chaminés] estiverem arrojando através de suas mandíbulas fuliginosas, a Cidade de Londres parecerá mais a face do monte Etna, a Corte de Vultur, a *Strambol*, ou os *Suburbios do Inferno*, do que uma Assembleia de Criaturas Racionais, e o asento Imperial do nosso incomparável Monarca [...] o Viajante fatigado, a muitas milhas de distância, antes sente o odor, do que vê a cidade à qual se dirige⁶.

Em 1905, um médico londrino, Harold Des Vœux, cunhou o termo *smog* (*smoke* (fumaça) mais *fog*) para descrever um fenômeno que já era conhecido há séculos⁷. Os habitantes de Londres associaram, durante muito tempo, o *smog* às doenças, mas no século XIX, quando as autoridades começaram a registrar "mortes em excesso" durante episódios particulares, se-
veros, 650 mortes em excesso foram documentadas durante um episódio de dois dias, em dezembro de 1873, e 1 176 durante um período de três dias, em janeiro de 1880. Essa tendência continuou no século XX, culminando com o infame acidente de 5 a 9 de dezembro de 1952, quando um "*smog* assassino" causou a morte de mais de 4 mil pessoas⁸.

Cinco poluentes do ar – dióxido de enxofre, óxido de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono e partículas em suspensão – são monitorados na maior parte das regiões metropolitanas dos Estados Unidos como indicadores de poluição do ar. As fontes primárias e os efeitos desses poluentes são indicados na Tab. 2.2. O dióxido de enxofre (SO₂), um ingrediente primário do *smog* londrino, faz muitas de suas vítimas entre pacientes com doenças crônicas respiratórias e do coração. Uma longa exposição mesmo a baixos níveis de dióxido de enxofre atmosférico tem sido a causa de enfisema e bronquite crônica. As palavras de John Evelyn, em 1661, permanecem como uma descrição clássica da poluição por dióxido de enxofre:

Esta é uma fumaça perniciosa que macula toda a sua Glória, revestindo com uma crosta de fuligem tudo o que brilha, encardindo os móveis, enbaixando as tapeçarias e o mobiliário, corroendo as próprias grades de ferro e as pedras mais resistentes com os insidiosos e cáusticos elementos que acompanham seu enxofre; exercitando mais, em um ano, do que, posta ao puro ar do campo, poderia fazê-lo em cemilenas de anos⁹.

O dióxido de enxofre correu o risco de destruir as pedras das edificações e dos monumentos. A Agulha de Cleópatra deteriorou-se mais nos últimos noventa anos em que esteve na cidade de Nova Iorque do que durante os 3 mil

6. John Evelyn, *Fumifugium, Or the Inconveniencie of the Aer and Smoake of London Dissipated*, em *The Smoake of London*, James F. Lodge, Jr. (ed.), 1661: reimp. Elmford, V. L., Maxwell Reprint, 1969, p. 16.
7. Heidorn, *op. cit.*, p. 1591.
8. *Ibid.*, p. 1593.
9. Evelyn, *op. cit.*, p. 16.

anos anteriores no Egito. A queima de combustíveis à base de enxofre como o carvão e o óleo é responsável pela maior parte da emissão de óxidos de enxofre. A poluição por dióxido de enxofre diminuiu na década passada, mas pode surgir novamente como um importante problema, se a queima de carvão aumentar.

Tabela 2.2. Fontes dos Principais Poluentes Atmosféricos

| Porcentagem de emissões de cada fonte por poluentes* | | Fonte | | | | |
|--|---------------------|-------|-----------------|------------------|----|-----------------|
| | % total de emissões | CO | SO ₂ | TSP ^b | HC | NO ₂ |

| Transporte | Móvel (line ar) | 83,5 | 3,0 | 8,8 | 40,7 | 39,6 ^c | 55,8 |
|--------------------------------|--------------------------|--------|--------|------------------|--------|-------------------|--------|
| Só veículos automotores | Linear | (75,2) | (1,3) | (6,6) | (34,9) | (29,0) | (49,0) |
| Queima de combustíveis | Fixo (point d/sectorial) | 1,1 | 81,8 | 38,7 | 5,4 | 56,1 | 22,1 |
| Só utensílios elétricos | Fixo (pointual) | — | (64,2) | (27,0) | (0,3) | (30,6) | (14,6) |
| Processamento industrial | Fixo (pointual) | 8,0 | 15,2 | 43,8 | 35,6 | 3,1 | 14,8 |
| Disposição de resíduos sólidos | Fixo (pointual) | 2,6 | — | 2,9 | 2,6 | 0,4 | 2,0 |
| Mistura | | 4,8 | — | 5,8 ^d | 16,0 | 0,4 | 5,3 |

Fonte: Dados estatísticos do Departamento de Estatística dos EUA. *Statistical Abstracts of the United States, 1979*. Estatísticas de U.S. Environmental Protection Agency. *National Air Quality and Emission Trends Report, 1977*.

- a) Dados totais dos EUA para 1977 incluindo tanto as áreas metropolitanas como as não-metropolitanas.
 b) Total das partículas em suspensão (Total Suspended Particles).
 c) A soma desta coluna é menor que 100%, devido ao arredondamento.
 d) A indústria da construção civil responde pela maior parte desta categoria (Secretaria de Proteção Ambiental, *Environmental Outlook*, 1980).

O dióxido de enxofre e a poeira, durante séculos os maiores poluidores do ar urbano, foram recentemente sobrepujados pelo *smog* fotoquímico e pelo monóxido de carbono. A poliferação do automóvel e a substituição do carvão e da madeira pelos combustíveis fósseis são a causa dessa alteração. O *smog* fotoquímico do tipo que ocorre em Los Angeles surge quando os óxidos de nitrogênio e os hidrocarbonetos – produzidos pelo escapamento dos automóveis e pela refinação do petróleo – são expostos à intensa radiação solar e sofrem uma reação fotoquímica, liberando ozônio e outros componentes químicos reativos. É por esta razão que cidades como Los Angeles, Denver e a Cidade do México, com intensa radiação solar e tráfego congestionado, são mais atingidas por um *smog* fotoquímico severo. A névoa marrom do *smog* fotoquímico reduz a visibilidade, irrita os olhos e o nariz e causa tosse e dores de cabeça. Nos piores dias, algumas pessoas com bronquite, enfisema e

doenças do coração têm dificuldade de respirar¹⁰. Diferentemente de outros poluentes, o *smog* fotoquímico é, frequentemente, pior nos subúrbios do que no centro das cidades. A transformação dos óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, emitidos pelo *smog* nas horas matinais de pico, ocorre seis ou dez horas depois, quando a massa de ar poluído foi deslocada das áreas centrais da cidade¹¹.

O monóxido de carbono, um assassino invisível e inodoro, é mais concentrado nas áreas centrais da cidade, onde automóveis, caminhões e ônibus entopem ruas estreitas, ladeadas por edifícios altos, e mais grave nos dias de semana e durante as horas do pico matinal e do final da tarde. Respirar o monóxido de carbono, encontrado frequentemente nos maiores cruzamentos, dentro dos automóveis no tráfego pesado e em túneis e ruas desfiladeiro podem causar dores de cabeça, cansaço e tontura¹². Policiais, motoristas de táxi, pessoas que trabalham nas lojas abertas e as que trabalham em ruas movimentadas por longos períodos expõem-se diariamente ao venenoso monóxido de carbono¹³. Os fumantes são especialmente vulneráveis; o fumo produz níveis elevados de monóxido de carbono no sangue, de tal modo que mesmo um moderado aumento de monóxido de carbono na atmosfera afeta os fumantes¹⁴. Pacientes cardíacos sofrem um risco maior de ataque de angina em cidades com problemas de monóxido de carbono¹⁵.

Já que os veículos movidos a gasolina são a principal fonte de monóxido de carbono, as cidades que dependem principalmente do automóvel particular como meio de transporte são mais afetadas pela poluição por monóxido de carbono. Em Los Angeles, por exemplo, 97% do monóxido de carbono se originam do escapamento dos veículos¹⁶, e grandes concentrações de monóxido de carbono permeiam, diariamente, extensas áreas da cidade. Um morador de Los Angeles que dirige duas horas por dia, de manhã e de tarde, está exposto a uma quantidade de monóxido de carbono suficiente para elevar esse elemento no sangue a um nível "sério", um nível de exposição suficiente para diminuir as reações físicas, a visão e a coordenação motora¹⁷.

A poeira em suspensão no ar da cidade é mais do que uma poeira comum. Partículas de chumbo, arsênico, asbesto e cádmio são sopradas através

10. U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality - The Eighth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1977, p. 153.
11. G. Godwin, G. Wright e R. J. Shepard, "Urban Exposure to Carbon Monoxide", *Archives of Environmental Health*, (25): 313, 1972.
12. *Ibidem*, *ibidem*; A. J. Haugen-Smit, "Carbon Monoxide Levels in City Driving", *Archives of Environmental Health*, (12): 550, 1966.
13. Haugen-Smit, *op. cit.*, p. 550.
14. *Ibidem*, *ibidem*.
15. U.S. Council on Environmental Quality, *Eighth Annual Report*, pp. 168-169.
16. M. Neuburger, "Diffusion Models of Urban Air Pollution", em *World Meteorological Organization, Urban Climatic*, Technical Note 108, Bruxelas, 1968, p. 253.
17. Haugen-Smit, *op. cit.*, p. 550. Níveis "sérios" são como os definidos pelo Departamento de Saúde do Estado da Califórnia.

do ar da cidade e aspiradas para os pulmões. Muitas partículas não necessariamente venenosas em si mesmas, são hospitalizadas de vapores tóxicos im-
pregnados em suas superfícies. Embora o escapamento dos carros produza
uma proporção relativamente pequena do total de partículas em suspensão no
ambiente atmosférico da cidade, essas partículas são emitidas no nível da respiração, mas são
vo na saúde. Elas não apenas são emitidas no nível da respiração, mas são
também pequenas e facilmente inaladas, impregnando o pulmão. Trinta por
cento das partículas de chumbo inaladas, por exemplo, são absorvidas e

O caráter e a gravidade dos problemas de poluição do ar variam de cidade para cidade, com base nos in-

O carátter e a gravidade dos problemas de poluição do ar variam de cidade para cidade! As Tabelas 2.4 e 2.5 compararam cidades, com base nos índices de poluição (IPP), cujos valores estão definidos na Tabela 2.3.

Adede para cidade! As tabelas 2, 3 e 4 apresentam os índices-padrão de poluição (IPP), cujos valores estão definidos na Tabela 2.3.

Nova Iorque tem a pior poluição por monóxido de carbono nos Estados Unidos. Em 1977, o monóxido de carbono atingiu ali níveis perigosos, sete dias

Nova Iorque tem a pior poluição atmosférica do mundo. Em 1977, o monóxido de carbono atingiu ali níveis perigosos, sete vezes mais do que em 1970. O monóxido de carbono é também o principal problema de poluição

em dez. O monóxido de carbono é também o principal problema de poluição do ar em Denver, Chicago, Detroit, Filadélfia, Seattle, Portland, Oregon. Em

do ar em Denver, Chicago, Detroit, Filadélfia, Seattle, Portland, Oregon, em dez. O monóxido de carbono é o principal problema do monóxido de carbono e sobrepõe-se pelo do

Los Angeles, o problema do monóxido de carbono e sobrecarga por...

Los Angeles, California, Estados Unidos. El total de partículas en suspensión en el problema de Buffalo, o dióxido de enxofre, o de Toledo, las principales industrias de ozonio no smog fotoquímico.

problema de Buffalo: o dióxido de enxofre, o de Toronto, os tipos de combustíveis usados para gerar calor e eletri-

Problemas de uma cidade, os tipos de combustíveis usados para gerar energia elétrica e o transporte determinam qual dos poluentes específicos, cidade e os meios de localização geográfica.

cidade e os meios de transporte determinam qual dos três tipos de localização geográfica, predominante. O clima regional de uma cidade, sua localização geográfica, predominante. O clima regional de uma cidade, sua localização geográfica, predominante.

predominante. O clima regional de uma cidade, portanto, depende não apenas da posição das principais fontes poluidoras em relação aos outros usos do solo, mas também da distribuição da poluição do ar dentro da cidade.

posição das principais fontes poluidoras em relação à distribuição da poluição do ar dentro da cidade a forma urbana influenciava a dispersão. Los Angeles, por exemplo, é conhecida por dispersar a poluição para o norte.

a forma urbana influenciaram a distribuição espacial e ajudam a definir se esta é concentrada ou dispersa. Los Angeles, por exemplo, é uma cidade com uma forma urbana dispersa, enquanto que a maioria das cidades brasileiras de poluição do ar no clima ensolarado e a su-

e ajudam a definir se esta é conveniente. Se não, o problema de poluição do ar no clima ensolarado e a sua solução, deve muito do problema de poluição das montanhas. Sua intensa radiação solar produz

plio, deve muito do problema de poluição localizada entre o oceano e as montanhas. Sua intensa radiação solar produz inversões térmicas e prolongados períodos de nevoeiro (poluição).

localização entre o oceano e as montanhas, a formação do smog fotoquímico; inversões térmicas e prolongados períodos de neblina atmosférica limitam a circulação. Na cidade de Nova Iorque, a poluição atmosférica é considerada o maior problema ambiental.

a formação do smog torçamos

onde um tráfego pesado circula através de estreitas ruas-destradeiro, e por

blema do monóxido de carbono deriva, principalmente, dos incêndios de

Dieci anni fa, l'industria italiana era in crisi. Le porte e la forma urbana.

INVERSOES TERMICAS E AR ESTAGNADO

Os mais terríveis episódios de poluição do ar, aqueles que matam milhares de pessoas e ocupam as manchetes dos jornais, são invariavelmente causados pelas inversões térmicas. Normalmente, os poluentes atmosféricos

18. Paul F. Kennedy, "The Origin and Influence of Airborne Particulates", *American Scientist*, (64): 53-54, Jan.-Feb. 1976.
19. A fonte para esta e as seguintes caracterizacoes dos problemas da qualidade do ar em cidades especificas é do U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality: Tenth Annual Report*, pp. 18-32.

Tabela 2.3. Definição dos Valores do Índice-Padrão de Poluentes (IPP)

| Valor-índice IPP | Nível do Poluente | | | | | | Efeitos Gerais na Saúde | Normas de Atuação |
|------------------|--------------------------|---|--|------------------------------|---|--|--|---|
| | Nível da Qualidade do Ar | TPS ^a (24 hs), µg/m ³ | SO ₂ (24 hs), µg/m ³ | CO (8 hs), µg/m ³ | O ₃ (1 h), µg/m ³ | NO ₂ (1 h), µg/m ³ | | |
| 500 | Danos significativos | 1 000 | 2 620 | 57,5 | 1 200 | 3 750 | | |
| 400 | Emergência | 875 | 2 100 | 46,0 | 1 000 | 3 000 | Morte prematura de doentes e idosos. Pessoas saudáveis experimntam sintomas adversos que afetam sua atividade normal. | Todos devem ficar em casa, mantendo portas e janelas fechadas, diminuir o esforço físico e evitar exposição ao tráfego. |
| 300 | Atenção | 625 | 1 600 | 34,0 | 800 | 2 260 | Ataque precoce de certas doenças, piora significativa dos sintomas e diminuição da capacidade física em pessoas saudáveis. | Idosos e doentes devem ficar em casa e evitar esforços físicos. A população deve evitar atividades ao ar livre. |
| 200 | Alerta | 375 | 800 | 17,0 | 400 ^b | 1 110 | Piora significativa dos sintomas, diminuição da capacidade física em pessoas com doenças cardíacas ou pulmonares, aumento de sintomas na população saudável. | Idosos e pessoas com problemas respiratórios e cardíacos devem ficar em casa e reduzir esforços físicos. |
| 100 | NAAQS ^c | 260 | 365 | 10,0 | 240 | | Leve agravamento dos sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população saudável. | Pessoas com problemas respiratórios e cardíacos devem reduzir esforços físicos e atividades ao ar livre. |

Fonte: U.S. Council on Environmental Quality, *Tenth Annual Report*, 1979.

a) Total das partículas em suspensão (Total Suspended Particles).

b) 400 µg/m³ foi usado no lugar do nível de alerta O₃ de 200 µg/m³.

c) Padrões Nacionais de Qualidade do Ar Ambiente.

Tabela 2.4. Classificação das Áreas-Padrão de Estatística Metropolitana (SMSA) dos Estados Unidos, segundo o Índice-Padrão de Poluentes (IPP) – Dados de Poluição do Ar, 1975-1977

| Cidade de Grande | SMSA | Nº de Dias "Inadequados" (IPP acima de 100) | | Nº de Dias "Muito Inadequados" (IPP acima de 200) | |
|---|------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|
| | | Média de 3 anos durante 3 Anos | Nº Mín.-Máx. dias por Ano | Média de 3 anos durante 3 Anos | Nº Mín.-Máx. dias por Ano |
| I (Menos de 150 dias de IPP acima de 100) | Denver | 157 | 143-182 | 30 | 20-37 |
| | Cleveland | 225 ^a | 228-229 | 41 ^a | 12-59 |
| | Los Angeles | 261 | 253-272 | 132 | 117-142 |
| | Louisville | 150 | 104-185 | 20 | 1-31 |
| | Nova Iorque | 27 ^b | — | 87 ^b | — |
| | Riverside | 193 | 174-224 | 106 | 88-122 |
| | Anchorage | 120 | 95-134 | 38 | 17-58 |
| | Chicago | 139 | 81-195 | 21 | 14-31 |
| | Filadélfia | 103 | 79-143 | 12 | 7-19 |
| | St. Louis | 123 | 97-141 | 21 | 13-33 |
| II (100-150 dias de IPP acima de 100) | Washington, D.C. | 110 | 74-147 | 16 | 7-26 |
| | Baltimore | 64 ^a | 49-79 | 18 ^a | 10-25 |
| | Houston | 54 | 48-64 | 9 | 2-12 |
| | Jersey City | 74 ^b | — | 8 ^b | — |
| | Nashville | 59 | 39-76 | 3 | 1-5 |
| | Portland | 78 | 70-83 | 7 | 4-13 |
| | Salt Lake City | 82 | 61-110 | 18 | 9-25 |
| | San Diego | 59 | 45-74 | 6 | 4-9 |
| | San José | 58 | 42-81 | 8 | 0-21 |
| | Seattle | 86 | 73-95 | 5 | 4-5 |
| III (50-100 dias de IPP abaixo de 100) | Buffalo | 41 | 31-51 | 7 | 3-11 |
| | Cincinnati | 41 | 20-63 | 2 | 1-4 |
| | Dallas | 26 | 18-35 | 1 | 0-2 |
| | Dayton | 33 ^a | 29-37 | 1 ^a | 1-2 |
| | East Chicago | 29 | 27-31 | — | — |
| | Hartford | 34 | 25-41 | 6 | 3-8 |
| | Indianapolis | 33 ^a | 17-49 | 2 ^a | 1-3 |
| | Milwaukee | 35 | 32-40 | 8 | 7-8 |
| | Sacramento | 26 | 19-38 | 1 | 0-3 |
| | San Francisco | 33 | 24-45 | 1 | 0-2 |
| IV (25-50 dias de IPP abaixo de 100) | Akron | 14 ^b | — | 0 ^b | — |
| | Grand Rapids | 3 ^a | 1-8 | 0 ^a | 0 |
| | Honolulu | 0 ^a | 0-1 | 0 ^a | 0 |
| | Kansas City | 12 | 5-23 | 3 ^a | 0-8 |
| | Memphis | 24 | 19-24 | 3 | 0-7 |
| | Norfolk | 13 | 9-16 | 1 | 0-2 |
| | Oklahoma City | 11 ^b | — | 0 ^b | — |
| | Kochester | 5 | 2-8 | 0 | 0 |
| | San Antonio | 10 ^a | 8-11 | 0 ^a | 0 |
| | Syracuse | 6 | 5-7 | 1 | 0-2 |
| V (0-25 dias de IPP abaixo de 100) | Tampa | 11 | 5-19 | 1 | 0-1 |
| | Toledo | 21 ^a | 14-25 | 1 ^a | 1-1 |

Fonte: U.S. Council on Environmental Quality, *Tenth Annual Report*, 1979.

a) Baseado em dados de apenas 2 anos.

b) Baseado em dados de apenas 1 ano.

Tabela 2.5. Frequência de Qualidade de Ar Inadequado em 4 Cidades (1977)

| Nº de Dias que Excederam o Índice-Padrão de Poluentes (IPP)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-----|-----|-------------|-------------|-------------|---|-----|-------------|-------------|-------------|----|---|-------------|-------------|-------------|-----|----|
| Nova Iorque | | | | | Los Angeles | | | | | Denver | | | | | Chicago | | | | |
| 100- 200 | 200- 300 | + de 300 | | | 100- 200 | 200- 300 | + de 300 | | | 100- 200 | 200- 300 | + de 300 | | | 100- 200 | 200- 300 | + de 300 | | |
| 165 | 82 | 0 | 69 | 21 | 0 | 109 | 18 | 0 | 89 | 1 | 0 | 89 | 1 | 0 | 89 | 1 | 0 | 89 | 1 |
| 21 | 3 | 0 | 66 | 96 | 0 | 6 | 0 | 0 | 18 | 5 | 0 | 18 | 5 | 0 | 18 | 5 | 0 | 18 | 5 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 | 2 | 1 | 13 | 10 | 1 | 13 | 10 | 1 | 13 | 10 | 1 | 13 | 10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 186 | 86 | 1 | 136 | 117 | 0 | 122 | 20 | 1 | 123 | 18 | 1 | 123 | 18 | 1 | 123 | 18 | 1 | 123 | 18 |
| Total ^b | | | | | 253 | | | | | 143 | | | | | 142 | | | | |
| Total ^c | | | | | 273 | | | | | 143 | | | | | 142 | | | | |
| Total ^d | | | | | 273 | | | | | 143 | | | | | 142 | | | | |
| Total ^e | | | | | 273 | | | | | 143 | | | | | 142 | | | | |

Fonte: U.S. Council on Environmental Quality, *Tenth Annual Report*, 1979.
 a) IPP 100-200 "inadequado", IPP 200-300 "muito inadequado", IPP + de 300 "perigoso".
 b) Número de dias de cada categoria.
 c) Número total de dias em que o IPP excedeu a 100.

são levados da cidade por correntes de ar quente, que se eleva para o ar frio acima. Ocasionalmente, esse padrão normal de estratificação da temperatura pode ser "invertido", com o ar mais frio abaixo e o ar mais quente acima; quando a massa de ar quente se move sobre uma massa de ar mais frio; quando o ar quente flui sobre uma superfície mais fria, ou quando o ar próximo ao solo é resfriado pelo ar de cima, à noite. O ar mais frio, incapaz de se elevar para o ar mais quente acima, é retido próximo ao chão durante horas ou meses dias, carregando todas as emissões venenosas. Quanto maior a persistência da inversão, maiores as concentrações de poluição do ar na cidade. As inversões térmicas são eventos ocasionais e breves em todas as cidades, mas freqüentes ou prolongados em cidades com predisposições climáticas ou topográficas. Podem ocorrer na escala de uma região metropolitana inteira ou na escala de uma rua-desfiladeiro (ver Fig. 2.1).

As inversões térmicas são mais pronunciadas em clima calmo e claro, e comuns e prolongadas em cidades como Los Angeles e Tucson, com climas que se caracterizam por sistemas de alta pressão estáveis e freqüentes. Como Londres, Los Angeles tem um problema de poluição do ar tão antigo quanto sua ocupação pelo homem. Juan Rodriguez Cabrillo chamou-a de Baía das Fumagas, em 1542, depois de observar a fumaça das fogueiras dos índios aprisionada por uma inversão térmica.

As inversões térmicas são comuns nos vales e cidades-vaie como Cincinnati ou St. Louis, em que se formam em noites calmas e claras, quando o

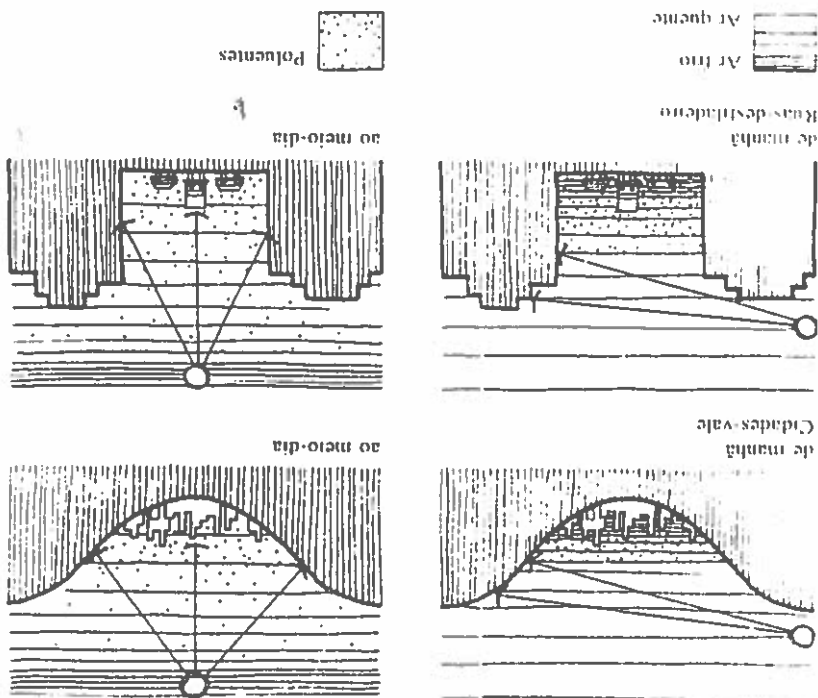


Fig. 2.1. A formação de inversões térmicas em cidades-vale e ruas-desfiladeiro resulta, em ambos os casos, dos mesmos processos.

ar frio e denso desce ao fundo do vale e as temperaturas permanecem, no mínimo, 5°C mais quentes nas colinas adjacentes²¹, embora frequentes, elas se dispersam por volta do meio-dia. Em Stuttgart, na Alemanha, uma cidade industrial no vale do rio Neckar, as inversões térmicas ocorrem numa média de 247 dias por ano²². Quando uma cidade industrial se localiza num vale, este se torna uma bacia de poluição. Um dos mais famosos desastres de poluição atmosférica nos Estados Unidos ocorreu em Donora, na Pensilvânia, uma pequena cidade metálgica num vale circundado por colinas escarpadas. Em 1948, uma inversão térmica colocou um manto sobre o vale por três dias. No final do terceiro dia, aproximadamente 6 mil pessoas estavam doentes, incluindo mais de 60% dos habitantes idosos, e vinte pessoas morreram²³.

21. Helmut L. Landsberg, "Microclimatology", *Architectural Forum*, mar. 1947, pp. 113-119.
22. U. Hoffman, "Problems of the City Climate of Stuttgart", *Data and Aspects for City Planning*, FBW = uma publicação da Research, Building, and Living, Erhard Franke (ed.), traduzido para o inglês pela Literature Research Company, TR-70-0795, Stuttgart, 1976, p. 64.
23. Walsh McDermott, "Air Pollution and Public Health", *Cities: Their Origin, Growth and Human Impact*, San Francisco, W. H. Freeman, 1973, p. 137.

Ignorar considerações sobre a poluição atmosférica ao projetar cidades em locais sujeitos a freqüentes inversões ou a períodos de calmaria é irresponsabilidade. Em Tucson e em Los Angeles, contudo, grandes distâncias separaram trabalho e moradia, e ambas as cidades são mais servidas pelo sistema de transporte coletivo, ocasionando um tráfego de veículos particulares bastante pesado. Novas fábricas e vias expressas são freqüentemente localizadas nos vales, e não nos pontos mais elevados, onde ficariam em melhor situação. Os projetistas freqüentemente localizam novas indústrias baseando-se na direção predominante dos ventos e não na direção dos ventos durante as inversões; o resultado é que, numa inversão térmica, os poluentes podem ser carregados de volta para a cidade. Em Baltimore, 52% dos ventos sopram de sudoeste para noroeste; mas, nos períodos de estagnação, 41% dos ventos sopram do leste para o sul²⁴.

RAJADAS DE VENTO E CALMARIAS

Os ventos determinam-se os poluentes no nível da rua se dispersam e se dissipam rapidamente ou estacionam, concentrando-se em níveis perigosos. Contrariamente à experiência subjativa dos moradores das cidades, aormentados diariamente por rajadas de vento, a cidade é realmente menos ventilada do que as áreas rurais circunvizinhas. Muitas rajadas sentidas pelos pedestres da cidade são redemoinhos de massas de ar estacionário que aprisionam e concentram poluentes, ao invés de dispersá-los e dissipá-los.

A cidade apresenta uma superfície áspera ao vento: edifícios e ruas destruídoiro, com suas aberturas mudando na forma, altura e orientação; formando uma superfície de fricção às camadas de ar mais próximas à superfície do solo, diminuindo sua velocidade (fig. 2.2). Se os ventos regionais mergulham ou não abaixo do nível das coberturas, para penetrar na cidade, depende da orientação e continuidade dos espaços livres e das ruas. Realmente, o padrão preciso do fluxo do ar através de qualquer cidade é único e complexo. Os ventos se aceleram através de ruas orientadas paralelamente à sua direção; torvelinhos são criados em ruas que correm perpendicularmente ao vento; e calmarias acontecem no fundo de pátios e de outros espaços confinados. Rajadas de vento e calmarias, redemoinhos e pés-de-vento podem ocorrer simultaneamente dentro de algumas dezenas de metros um do outro ou de um segundo para o outro no mesmo lugar, como resultado da interação das mudanças nas direções e velocidades do vento regional com a superfície topográfica, da aerodinâmica das formas dos edifícios, do tamanho e forma dos espaços livres em seu entorno e da forma da cidade acima.

24. Helmut E. Landsberg, "Climate and Urban Planning", em World Meteorological Organization, *Urban Climate*, Technical Note 108, Brussels, 1968, p. 367.

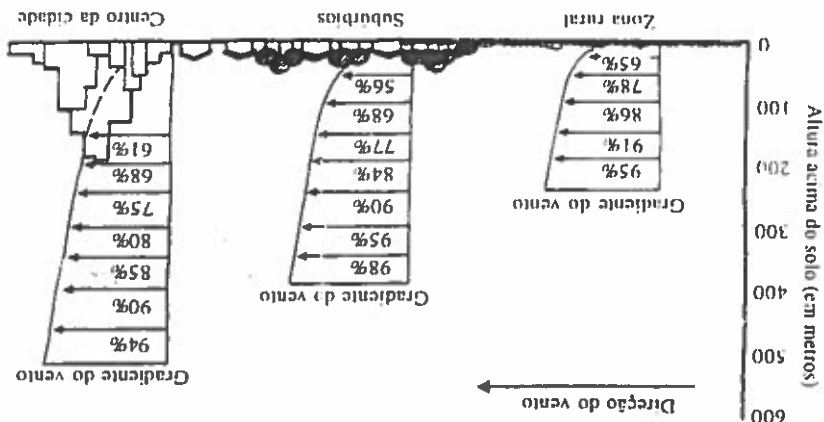
A ilha de calor urbano é uma característica universal do clima urbano, claramente visível num mapa das temperaturas noturnas de qualquer região metropolitana (ver Fig. 2.3). Muitos fatores são responsáveis pela ilha de ca-

lhas da área urbanizada. A temperatura cai à medida que a densidade decresce, caindo abruptamente nos cerebais e montes. As partes mais densas da cidade são as mais quentes; a conforto e, numa onda de calor prolongada, mais ocorrências de derrames, no verão, são: aumento das despesas com ar-condicionado, maior des- áreas rurais e, com frequência, de 5° C, podendo atingir até 12° C²⁵. Os resul- calor do dia. Numa noite clara, a diferença de temperatura entre a cidade e a cidade, mesmo quando as áreas periféricas já dispersaram a maior parte do dia e a maior parte da noite. As noites de verão trazem pouco alívio para a cidade e mais quente que a área rural circunvizinha durante parte do

A ILHA DE CALOR URBANO

A forma geral da cidade, quando é planejada sem observar os padrões dos ventos, aumentam apenas as possibilidades de concentração de poluentes, mas também intensifica o desconforto dos moradores ao permitir a for- mação do fenômeno conhecido como ilha de calor urbano.

Fig. 2.2. Redução da velocidade do vento sobre a cidade e o subúrbio, expressa aqui como percentagem do gradiente dos ventos, não influenciados pelo atrito da superfície. Os ventos, reduzidos pela complexa superfície construída das cidades, podem ter no nível do solo a metade da força que têm na zona rural.



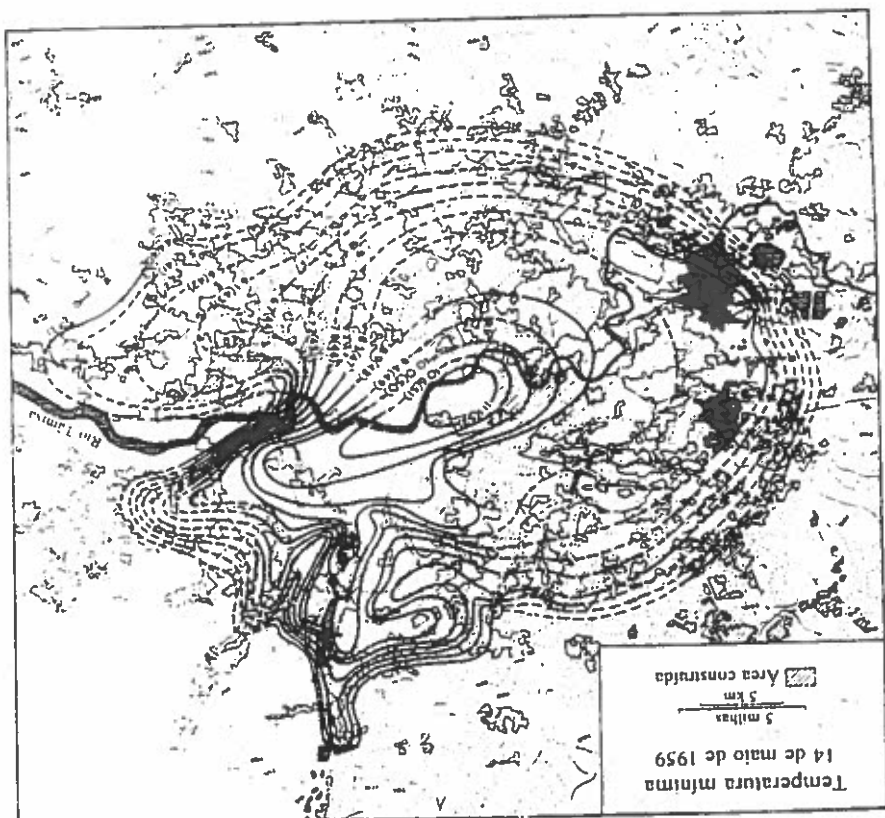


Fig. 2.3. As curvas de temperatura na Grande Londres (cada curva representa uma mudança de $0,5^{\circ}\text{C}$) demonstram claramente a origem do icrmo "ilha de calor urbana". O icrmo mais central, o centro de Londres, é 6°C mais quente que o icrmo externo, nos subúrbios metropolitano.

lor urbano. Na cidade, concreto, pedra, tijolo e asfalto substituem a cobertura vegetal natural do campo. Essas superfícies absorvem o calor mais rapidamente e o mantêm em maiores quantidades do que as plantas, o solo e a água que compõem as florestas, os campos e os lagos. Durante o dia todo, o aquecimento, as paredes e os telhados absorvem e conservam o calor da irradiação solar. Embora a água e as plantas absorvam também a radiação solar, a maior parte dessa energia é gasta na evaporação e transpiração - resultando numa perda de calor maior do que o absorvido. As atividades urbanas são também uma fonte de calor; a maior parte de isse calor resulta da combustão, que é o estio do transporte, e das atividades de manufatura, aquecimento e geração de eletricidade. A combinação dos processos metabólicos de todas as pessoas

que vivem na cidade contribui para esse total, tendo menos percebido por qual- quer pessoa que já tenha ficado presa num ônibus ou num elevador lotado.

A disparidade na temperatura do ar entre o centro da cidade e a perife- ria rural é mais pronunciada nas noites calmas e claras, algumas horas após o pôr-do-sol. Nessas noites, o campo perde calor rapidamente para o céu sem nuvens. A cidade esfria mais lentamente: ela absorve mais calor e a irradia- ção desse calor para o céu noturno é inibido pelas paredes paralelas dos edi- fícios. Pela manhã, a diferença de temperatura entre a cidade e o campo é mi- nima e pode mesmo ser eliminada, mas, na metade da tarde, a cidade fica mais quente novamente.

A área central da cidade, com seus edifícios altos e próximos uns dos outros, em ruas estreitas com pátios contíguos, forma tipicamente o centro da ilha de calor. Ali, a capacidade térmica dos edifícios e da pavimentação é maior, e menor a circulação do ar. Parques ajardinados e vales de rios, por outro lado, são pontos relativamente mais frios dentro da ilha de calor.

A forma e a densidade urbana influenciam a intensidade da ilha de ca- lor mais do que o tamanho da cidade. Arcas urbanas similares quanto ao tipo de desenvolvimento e densidade, em Leicester, na Inglaterra (população de 270 mil habitantes), e, a uma distância de cerca de 145 km, em Londres (po- pulação de 8 milhões e 250 mil habitantes), experimentaram, nas mesmas no- tes, os mesmos aumentos de temperatura que as áreas rurais próximas²⁶. De fato, pequenas ilhas de calor foram até medidas em pequenos pátios e centros de compras (Fig. 2.4)²⁷.

A velocidade do vento, a nebulosidade e a instabilidade atmosférica também afetam a forma e a intensidade da ilha de calor urbana. Uma brisa desloca a ilha de calor a favor do vento; um vendaval pode dispersar a in- tensidade da ilha de calor para dispersar uma ilha de calor ramificada. A velocidade do vento requerida para dispersar uma ilha de calor varia de cidade para cidade: Londres requer uma velocidade de 12 m por se- gundo, enquanto Reading, na Inglaterra, com uma população de 120 mil pessoas, requer apenas um vento de 4,7 m por segundo²⁸. Sob nebulosidade, menor radiação solar atinge o solo, e a ilha de calor é, desta forma, menos pronunciada. Sob condições de inversão térmica, quando a atmosfera é está- vel e o calor não consegue se dispersar, a ilha de calor é intensificada. A forma e a intensidade da ilha de calor variam dentro da cidade, em resposta a mudanças anuais e sazonais dessas variáveis.

A ilha de calor pode ter um efeito benéfico ou prejudicial sobre a con- servação de energia. Ela reduz o consumo de aquecimento no inverno, mas em climas quentes essa poupança pode ser superada pelo aumento da neces- sidade de condicionamento do ar no verão. O condicionamento do ar requer

26. Idem, p. 32.
 27. Helmut E. Landsberg, *The Urban Climate*, Nova Torque, Academic Press, 1981, p. 120.
 28. As medidas são dadas em metros quando a fonte original é em metros, podendo o arredondamento distor- cer os dados.

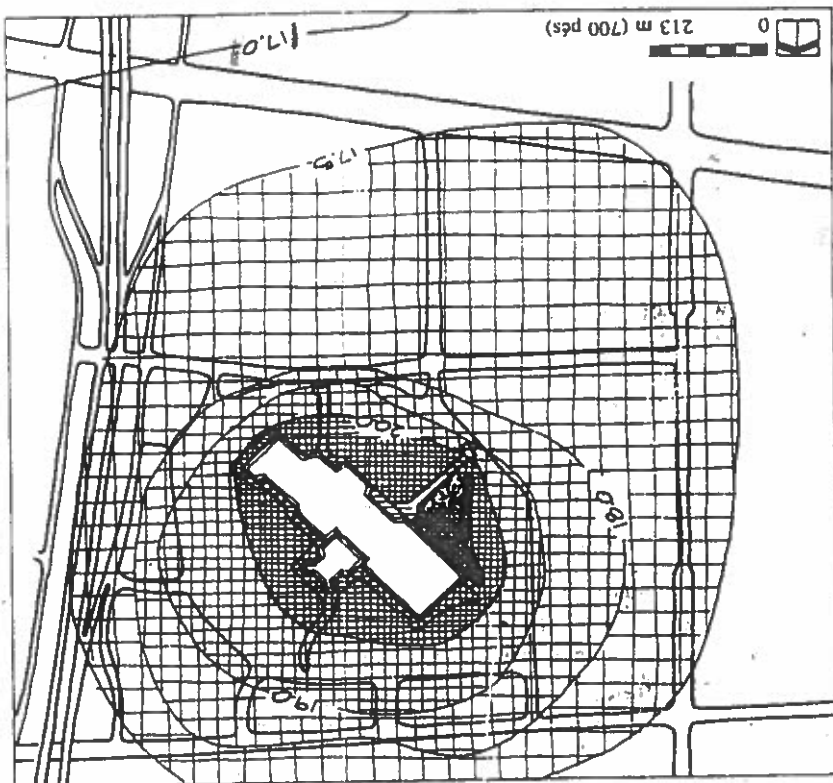


Fig. 2.4. Illa de calor de um centro de compras, herdada pela densa edificação e pelo estacionamento circundante. Aqui, o ar acima do centro do estacionamento (círculo central) é 4°C mais quente que num subúrbio vizinho, a uma quadra de distância (círculo mais afastado do centro).

Quanta energia que o aquecimento e, além do mais, produz mais calor, agravando a ilha de calor. Um estudo de doze cidades em diferentes partes dos Estados Unidos indicou que o aquecimento foi utilizado numa porcentagem de dias 8% menor na cidade do que nas áreas afastadas, mas o condicionamento do ar foi utilizado numa porcentagem de dias 12% maior.²⁹

A ilha de calor urbano causa um excesso de mortes nas cidades durante ondas de calor. Durante uma dessas ondas, no verão de 1966, a taxa de mortalidade normal foi excedida em 50% na cidade de Nova Iorque e em 56% na cidade de St. Louis.³⁰ Pessoas com mais de oitenta anos e as que sofrem de hipertensão, doenças respiratórias e cardíacas e de diabéticos são as mais sujeitas a

29. Landberg, *The Urban Climate*, p. 120.
30. *Idem*, pp. 243-244.

morrer por excesso de calor. As mortes foram mais frequentes entre os pobres nas partes mais densas da cidade e menos frequentes entre os ricos e nos subúrbios. Muitos fatores contribuem para isso. O condicionamento do ar é menor nos comum entre os pobres, e a pavimentação irradia 50% a mais de calor do que a grama. As pessoas nas partes mais densas da cidade estão, assim, sujeitas não apenas a maiores temperaturas do ar, mas também ao calor adicional que se irradia dos edifícios e pavimentação circundantes).

UM MOSAICO DE MICROCLIMAS: RUAS-DESFILADEIRO, PRAÇAS E PARQUES

Cada cidade é composta por um mosaico de microclimas radicalmente diferentes, os quais são criados pelos mesmos processos que operam na escala geral da cidade. Os mesmos fenômenos que caracterizam o mesoclima urbano existem em minúscula por toda a cidade — pequenas ilhas de calor, microinversões, bolsões de grave poluição atmosférica e diferenças locais no comportamento dos ventos. Três microclimas urbanos comuns demonstram muitas dessas variações: ruas-desfiladeiro, praças pavimentadas e parques.

A rua é fundamental tanto para a vida dos pobres quanto dos ricos na cidade. Uma criança no Harlem joga beisebol na rua; os adultos se reúnem na varanda. Uma criança na Park Avenue pedala seu triciclo na calçada sob os olhos atentos de um porteiro; seus pais correm ao lado do tráfego maluco. As vidas são vividas na rua — jogar, passear, andar, dirigir, desfilhar, correr, sentar e observar. A rua é o palco e a passarela da vida da cidade. Ela poderia ser um prazer. Hoje em dia, é um dos ambientes urbanos menos saudáveis. Gases venenosos em suspensão no ar acima da rua e a poeira tóxica cobrem a via carroçável e as calçadas. Automóveis, ônibus e caminhões congestionam as ruas, acelerando e freando, emitindo torrentes de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e partículas de chumbo e de combustível não queimado. O pára-e-anda do tráfego, característico de uma rua movimentada, produz mais poluentes do que um tráfego que flui suavemente a uma velocidade constante ao longo de uma rodovia, porque a concentração de fumaça dos escapamentos é maior, numa taxa irregular de combustão. Gotículas de óleo dos motores se transformam num fino aerosol; asbestos desprendem-se dos freios; a pavimentação das ruas literalmente tritura a borracha dos pneus em uma poeira fina.

Uma rua-desfiladeiro central, margeada por altos edifícios, não apenas gera um nível maior de substâncias nocivas, mas também inibe sua capacidade de dispersão. O volume e a velocidade do tráfego de veículos determinam o grau de contaminação do ar no nível da rua. A distância em relação à rua e

a ventilação determinam a distribuição dos poluentes e o grau com que estão concentrados numa determinada área. As partículas de chumbo em suspensão podem decrescer 50% num intervalo entre o limite do leito carroçável e 50 m além³². A calçada e as entradas dos edifícios numa rua-desfiladeiro estão localizadas dentro da zona de maior concentração.

Uma inversão local pela manhã pode se formar na base de uma rua-desfiladeiro sombreada, prendendo no nível da respiração a descarga dos escapamentos causada pelo tráfego das horas de maior movimento. A menos que seja dissipada pelo vento, essa inversão persistirá até que o sol do meio-dia aqueça a rua e aqueça a superfície e o ar no nível do solo. A essa altura, as concentrações de monóxido de carbono e outros venenos podem atingir níveis suficientes para afetar qualquer pessoa exposta a esse ar por não mais que uma hora. Pedestres, guardas de trânsito, vendedores ambulantes e motoristas de táxis não são os únicos afetados. Se os respiradouros do metro ou das tomadas de ar-condicionado dos edifícios estiverem localizados próximos ao nível da rua, as concentrações nos subterrâneos ou interiores poderão atingir as mesmas da calçada³³. Um estudo sobre o primeiro, terceiro e 54º andares de um edifício de escritórios em Toronto mostrou que as concentrações de monóxido de carbono são apenas 28% menores no primeiro andar do que na calçada, 37% menores no terceiro andar e aproximadamente 60% menores no 54º pavimento³⁴. Concentrações de monóxido de carbono nos andares mais baixos de edifícios próximos a ruas congestionadas podem agravar as doenças do coração³⁵.

A ventilação de ruas-desfiladeiro depende da largura da rua, da altura e da forma dos edifícios circundantes, da orientação da rua em relação às direções predominantes dos ventos e do padrão geral dos ventos da cidade ao redor (ver Fig. 2.5). Quando as ruas estão alinhadas paralelamente à direção dos ventos, a velocidade do vento pode renovar o ar no nível da rua, carregando a fumaça e a poeira. As ruas perpendiculares aos ventos predominantes, entretanto, recebem pouca ou nenhuma ventilação. A turbulência nas esquinas não dispersa os poluentes, apenas os faz rodopiar, e o ar parado no meio das quadras faz que eles se depositem novamente. As correntes de ar, na base de edifícios altos, descendo dos telhados, trazem fumaça das chaminés para o nível do solo, espalhando a poeira da rua e da calçada?

Ruas movimentadas da cidade não são locais apropriados para permanência, áreas de recreação, cafés ou lojas, a menos que o ar seja melhorado ou que a área seja bem ventilada e bem recuada da rua. A Central Square (Fig. 2.6), uma esquina congestionada em Cambridge, Massachusetts, é um

32. William H. Smith, "Lead Contamination of the Roadside Ecosystem", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (26) 763, 1976
33. Godin, Wright e Shepard, *op. cit.* p. 316
34. *Ibidem*.
35. *Ibidem*.

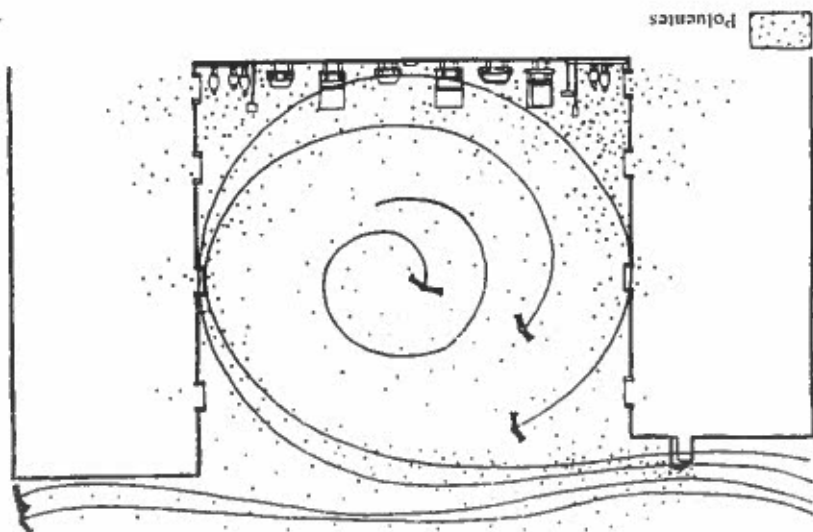


Fig. 2.5. O padrão de poluição do ar de uma rua-desfiladeiro é função da direção do vento e da forma e tamanho do desfiladeiro. Observe-se que a fumaça emitida no nível do telhado pode ser arrastada para baixo até o nível da rua.

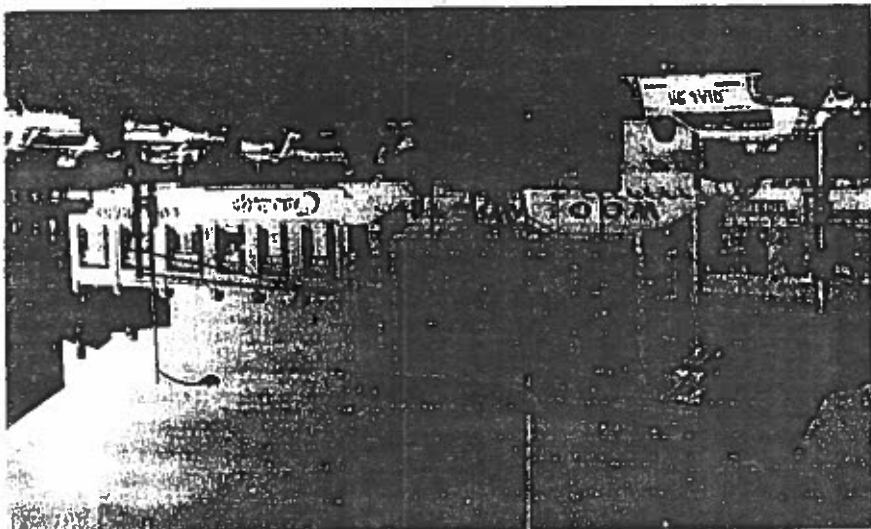


Fig. 2.6. Um parque urbano em Cambridge, Massachusetts, envolto pela descarga dos escapamentos de ônibus, carros e caminhões. Quem quer que ali se sente inala uma atmosfera venenosa.

exemplo de localização imprópria de parque. No meio de uma intersecção de cinco ruas está uma ilha triangular com bancos e duas árvores — portanto, um parque. E, circundando esse pobre parque, estão três faróis, três pontos de ônibus e um ponto de táxi. A qualquer hora vários carros e caminhões param nos faróis, táxis com os motores ligados e um ônibus ou dois sempre estacionados por perto — todos emitindo torrentes de ar contaminado. Num dia de verão sem vento e abafado, o monóxido de carbono e o óxido de nitrogênio, apesar de invisíveis, permeiam o ar do minúsculo parque. Poeira de chumbo e hidrocarbonetos cobrem os tijolos e bancos. O parque é um forno, assando com o calor dos veículos e da pavimentação circundantes. Ele foi construído para moradores locais, e maioria pobres e idosos, que moram nas proximidades, em pensões e pequenos apartamentos. Num dia de verão, encontram-se vários corajosos sentados nesse pequeno triângulo, dificilmente se movendo, parecendo vagamente desorientados. Sua confusão e letargia devem-se à sensibilidade ou ao envenenamento por monóxido de carbono? Essas bem-intencionadas mas equivocadas tentativas de prover espaços livres para os moradores das partes mais densas e pobres das cidades são encontradas praticamente em todas as cidades. A Central Square ficaria melhor com um maciço de árvores no triângulo do que nessa paródia de área de lazer.

Pragas urbanas deveriam ser amenidades, mas a maioria não o são. Multidões invadem as mais bem-sucedidas, preenchendo todos os espaços disponíveis na hora do almoço; as fracassadas ficam desertas. O sucesso ou o fracasso tem muito que ver com o conforto; infelizmente, o conforto é geralmente uma preocupação menor no projeto das áreas livres, se é que é levado em consideração. Uma praça nua ao pé de um alto edifício pode ser um dos lugares mais desconfortáveis numa cidade, podendo mesmo ser um perigo.

Os ventos varrem para baixo e em volta dos edifícios adjacentes e expõem livremente numa praça aberta. Os ventos em praças e em arcadas sob altos edifícios podem ter a sua velocidade quadruplicada em relação às ruas próximas protegidas. Dado que a força do vento cresce exponencialmente com a velocidade, um vento quatro vezes mais rápido atinge os pedestres com uma força dezesseis vezes maior³⁶. Em um ano, duas senhores idosas morreram na Inglaterra devido a ferimentos na cabeça causados por rajadas de vento que sopram na base de altos edifícios³⁷. As praças são freqüentemente muito sombreadas no inverno e demasiadamente expostas ao sol nas horas mais quentes de um dia de verão.

• A City Hall Plaza é um dos maiores espaços públicos da cidade de Boston, uma grande praça de tijolos em volta do moderno edifício da prefeitura. Sua escala monumental é proporcional ao edifício. O efeito visual é salientado pelos edifícios do governo federal defronte a ela — é o centro cívico de

36. A. D. Penwarden e A. F. F. Wisk, *Wind Environment around Buildings*, London, Her Majesty's Stationery Office, 1975, p. 3.

37. *Ibid.*, p. vii.

Boston. Mas a praça, apesar de impressionante como cenário arquitetônico e como centro do governo, é um desastre em matéria de conforto físico. No verão, não oferece sombra para aliviar o calor gerado pelo sol e aumentado pelo calçamento quente. Apenas quando as brisas marinhas sopram da baía próxima a praça é suportável. Durante o longo inverno de Boston, a praça é uma terra de ninguém. Ventos da baía agitam a extensão contínua de tijolo. Não existe proteção contra a neve ou a chuva. O tamanho da praça, as rampas e degraus desafiavam tentativas de remoção da neve. Uma caminhada de algumas dezenas de metros através da praça, desde a estação do metrô até a prefeitura ou os edifícios federais, é uma provação com a neve ou chuva no inverno ou o degelo na primavera. O efeito do clima negou a pretendida acessibilidade simbólica ao governo. Com certeza, existem preocupações igualmente importantes para os projetistas, tanto funcionais quanto estéticas, como o conforto; mas, se um lugar é desconfortável, esse desconforto pode acabar com todas as outras considerações. Boston tem um inverno rigoroso e uma primavera e outono breves. O projeto para qualquer espaço público deve levar em conta esses fatores climáticos básicos. Por mais que possa ser bonita e cara, a City Hall Plaza está mal localizada em Boston; sua forma é adequada para um clima mais ameno como o da Itália ou da Califórnia.

Em contraste com a praça, um parque sombrio absorve menos calor durante o dia e o libera mais rapidamente após o pôr-do-sol. O microclima de um grande parque arborizado assemelha-se ao de uma floresta. Ele se mostra como um ponto "frio" numa fotografia infravermelha tomada do ar à noite. O Rock Creek Park, em Washington, D.C., pode ser à noite 5° C mais frio que as áreas residenciais adjacentes e 9° C mais frio que a área comercial do centro. Apesar de a temperatura durante o dia ser similar à das ruas vizinhas, o parque dá a impressão de ser mais frio porque tem mais sombra, menos luminosidade e menos calor irradiado pelos gramados e pelas árvores. O efeito climático de um parque sombreado estende-se às ruas adjacentes. Uma rua arborizada vizinha ao parque parece mais fria no verão do que uma rua sem arborização duas quadras adiante. Um parque ajardinado também tem ar mais puro do que a cidade em volta, em parte porque o parque não é uma fonte emissora de poluentes, mas também porque as folhas e ramos das árvores e dos arbustos filtram a poeira do ar. Os urbanistas do século XIX criaram grandes parques ajardinados no interior da cidade como "pulmões para a cidade". Hoje, esses parques estão desaparecendo ou em declínio, vítimas de organismos menores das prefeituras e presa fácil de programas de construção de edifícios públicos em busca de espaço vago. Novos parques, completamente pavimentados e com pouca ou nenhuma vegetação, estão substituindo-os. Há pouca diferença entre esses "parques" e a cidade à sua volta, tanto climaticamente como esteticamente falando.

Muitos dos custos sociais da contínua desconsideração da qualidade do ar e do clima no projeto das cidades são facilmente constatados: maior mortalidade entre os mais idosos, os doentes e os muito jovens; envenenamento por chumbo entre as crianças; saúde debilitada entre os moradores e trabalhadores da cidade; maior demanda por energia e dano às propriedades. Sem intervenção, esses problemas poderão se intensificar.

A despeito das previsões otimistas, a qualidade do ar na maioria das cidades americanas não atingiu os padrões nacionais em 1987. A indústria reclama dos altos custos do controle da poluição, e a sociedade, diante do declínio da incerteza econômica, compara o custo da qualidade do ar com o número de empregos. A escassez e o aumento dos preços do óleo encorajaram muitas cidades e indústrias a substituí-lo por carvão. O simples controle da emissão dos automóveis poderia resolver os problemas causados pelo ozônio e pelo monóxido de carbono, mas estes estão sujeitos à complexidade de milhões de proprietários de automóveis, cada um dos quais pensando que seu papel é insignificante. Liberar uma bomba de gás venenoso num passeio público é um ato criminoso, embora aqueles que desistem os equipamentos de controle de emissão de seus automóveis, aqueles que queimam gasolina com chumbo e aqueles que deixam seus motores ligados quando estacionam no meio-fio estejam engajados em atividades não menos responsáveis.

As lições da história são claras. Numa crise econômica ou de falta de combustível, diante do interesse individual imediato, a preocupação com a qualidade do ar é abandonada. A conquista da melhor qualidade do ar não pode depender apenas do controle das emissões, mas deve ser coordenada com um projeto urbanístico que viabilize a dispersão e a filtragem dos poluentes e melhore o clima geral. Muitos planos metropolitanos e novos projetos de edifícios exacerbam a poluição do ar e acentuam os piores problemas do clima urbano. Indústrias e rodovias são localizadas em bacias com limitada circulação de ar. Mais e mais carros são canalizados para estreitas ruas desfiladeiro do centro por novas e maiores vias expressas. Escolas, áreas de recreação pequenas, áreas de lazer e tomadas de ventilação para condicionadores de ar são localizados junto a ruas movimentadas. Novos blocos de edifícios condicionam os ventos, criando bolsões de ar estagnado e rajadas de vento. Parques são construídos com mais área pavimentada e menos árvores, fontes e espelhos d'água, sendo localizados sem atenção a seus potenciais de melhorar a qualidade do ar e o conforto.

Enquanto isso, urbanistas importam *piazas* italianas para Boston e Karachi; arquitetos projetam as mesmas formas para edifícios novos tanto em Nova Iorque, Jeddá, Nairóbi ou Hong Kong, utilizando formais e ar-condicionado na manutenção do clima interno. É imperativo manipular o clima da cidade para a saúde, o conforto e a conservação (e a energia, ainda que os arquitetos e urbanistas das cidades modernas raramente o façam. Os construtores das antigas cidades tratavam dessas questões com muito mais interesse e habilidade.

MELHORA DA QUALIDADE DO AR, AUMENTO DO CONFORTO E CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

Os construtores das cidades antigas reconheciam os benefícios da adaptação da forma urbana às condições climáticas. O arquiteto romano Vitruvius aconselhava seus contemporâneos do século I d.C. a darem especial atenção ao sol e aos ventos quando projetassem novas cidades nas províncias:

Sendo as cidades fortificadas, o próximo passo é a distribuição dos totes das casas dentro dos muros e o desenho de ruas e vielas que leve em consideração as condições climáticas. Estas serão dispostas com propriedade se houver a precaução de se excluírem os ventos das vielas. Os ventos frios são desagradáveis, os ventos quentes irritantes, os ventos úmidos insalubres. Devemos, por conseguinte, evitar erros nesse assunto e tomar consciência das experiências comuns de muitas comunidades. Por exemplo, Milene, na ilha de Lesbos, é uma cidade constituída com magnificência e bom gosto, mas sua posição demonstra falta de visão. Nessa comunidade, quando o vento sopra do sul, as pessoas adoecem; quando vem de noroeste, ficam com tosse; com o vento norte, elas realmente se recuperam, mas não podem permanecer nas vielas e ruas, devido ao frio rigoroso. Se as ruas correm na direção dos ventos, suas constantes rajadas vindas do campo, e então canalizadas pelas vielas estreitas, irão atingi-las com grande violência. As fileiras de casas precisam, portanto, ser direcionadas em oposição aos quadrantes de onde o vento sopra, para que, quando corram, possam bater nos ângulos dos blocos, de modo que sua força seja diminuída e dispersada¹.

John Evelyn conclamou seus contemporâneos a melhorarem a qualidade do ar da Londres do século XVII para o benefício "da saúde, do lucro e da beleza". Ele compreendeu o efeito dos ventos, da topografia e da temperatura na dispersão dos poluentes. Suas recomendações iam desde o desenvol-

1. Vitruvius, *The Ten Books on Architecture*, trad. Morris H. Morgan, Nova Iorque, Dover, 1960, pp. 24-25, 27.

vimento de fontes alternativas de combustíveis até a aplicação de leis de controle da emissão e do uso do solo².

As tradicionais formas "primárias" de edificação e os projetos das aldeias variam de uma zona climática para outra, refletindo as tensões que cada uma delas impunha. Nos climas quentes e úmidos, os beirais fornecem sombra. Os edifícios são abertos, situados acima do solo, e as casas são bem espaçosas para promover a ventilação. Nos climas quentes e áridos, espessos muros de pedra ou barro moderam as oscilações diárias de temperatura; pequenas portas e janelas limitam a penetração da luz do sol e evitam a saída do ar fresco do interior. Os edifícios aconchegam-se na sombra uns dos outros; as plantas são cultivadas em patios pequenos e fechados.

Muitas soluções para a poluição do ar, a energia e o conforto existentes hoje vêm sendo aplicadas há séculos, se não há milênios. Seu sucesso e sua similitude derivam de uma compreensão dos processos que governam o sol, o vento e a produção dos poluentes do ar. Atualmente, esses processos são mais conhecidos do que nunca, mas este conhecimento raramente é aplicado. Poucos parques e praças contemporâneos como o Paley Park na 53ª Street, próximo à Fifth Avenue, na cidade de Nova Iorque, incorporaram os princípios básicos de conforto climático — um fato que contribui para seu evidente sucesso social. Situa-se entre os melhores exemplos históricos e são dignos de estudo. Até o momento, só um punhado de cidades — entre as quais, Stuttgart, na Alemanha, e Dayton, em Ohio — desenvolvem planos e projetos metropolitanos abrangentes, baseados numa informação mais apurada, que é disponível hoje. Embora suas soluções específicas não possam ser transferidas para outras cidades, o conceito básico é sempre aplicável: a chave é uma compreensão do processo.

SOL, VENTOS E EMISSÕES DE POLUENTES

Edifícios ganham e perdem calor, e poluentes são concentrados ou dispersados pelos mesmos mecanismos em todas as partes — em Tóquio ou Tucson, na escala da cidade ou da esquina. Indústrias, usinas elétricas e incineradores; carros, caminhões e ônibus; e milhares de pequenas caldeiras domésticas e comerciais, todos contribuem para a poluição do ar da cidade. Compreender como esses poluentes são emitidos é o primeiro passo para seu controle e dispersão. Existem três tipos de fontes — pontual, linear e setorial — cada uma delas caracterizada pela variedade e quantidade de poluentes produzidos e pelos possíveis padrões de sua dispersão. Uma fonte pontual, como uma usina elétrica ou fábrica, pode ser identificada e monitorada,

2. John Evelyn, *Fumifugium, Or the Inconvenience of the Aer and Smoake of London Dissipated*, 1661, reimp. Elmford, N. I., Maxwell Reprint, 1969.

Podem-se medir os poluentes específicos e sua quantidade, assim como a altura, a velocidade e a temperatura da coluna de fumaça poluente. A dispersão das emissões sob determinadas condições meteorológicas pode ser prevista, junto com o tamanho e a forma das áreas afetadas na direção do vento. As fontes pontuais podem ser reguladas durante as inversões térmicas e localizadas em áreas de boa ventilação, distantes das casas, das escolas e dos parques.

Uma fonte linear — uma artéria de tráfego principal, por exemplo — é medida e controlada com menor facilidade, mas os tipos e as quantidades de poluentes produzidos por uma rodovia podem ser estimados, todavia, se as nuances diárias do volume de tráfego e a velocidade forem conhecidas. A fonte pontual, porque as fontes lineares passam por diferentes terrenos e diferentes tipos e densidades de desenvolvimento urbano. Os poluentes se dispersam rapidamente em vias expressas elevadas, mas se acumulam quando a rua é rebaxada ou cercada por edificações.

Uma fonte setorial é a soma de muitas pequenas fontes de poluição, que se mantêm anônimas em virtude da proximidade ou similaridade dos poluentes, um guarda-chuva para todos os pequenos poluidores residenciais e industriais da cidade. As fontes setoriais são responsáveis pela maior parte da poluição ao nível do solo. Contudo, as fontes individuais não podem ser identificadas ou medidas. As fontes setoriais são, por conseguinte, difíceis de ser controladas, exceto por esforços em grande escala como a mudança da fonte de aquecimento doméstico num setor inteiro da cidade. Muitas cidades europeias experimentaram esse "aquecimento distrital", mas as cidades americanas ainda têm que aplicá-lo amplamente como uma medida de controle da poluição e de conservação da energia.

A cidade dissipa, desvia, intensifica e gera movimentos do ar que, se difusos, podem dispersar a poluição. As complexidades e contradições do fluxo do ar na cidade são difíceis de ser controladas, mas a recompensa é grande, pois o movimento do ar pode ajudar a diminuir os poluentes, aumentar o conforto e conservar a energia. O movimento do ar é acelerado, diminuído ou desviado quando passa por superfícies e em redor de obstáculos. Quanto mais áspera a superfície do solo, maior é a desaceleração do ar. A densidade de um obstáculo, a posição e o tamanho das aberturas, suas dimensões, forma, situação e orientação determinam em quais pontos os ventos são reduzidos ou aumentados, e para quais direções são desviados. Os mesmos princípios ou verdades que se aplicam a um único edifício, um grupo de edifícios ou uma cidade inteira. A ventilação promove a qualidade do ar e o conforto no verão, mas o vento frio aumenta o desconforto no inverno, e a infiltração do vento eleva o consumo de aquecimento. Ao se projetar o movimento do ar, deve-se buscar um equilíbrio entre ventilação e conforto, e atingir as necessidades nas diversas estações.

Brisas térmicas amenas sopram quando os ventos regionais são muito suaves, gerados pela diferença das temperaturas de superfície entre a cidade e o campo, corpos d'água e encostas (Fig. 3.1). A urbanização em si mesma produz um tipo; a posição fisiográfica da cidade produz dois outros — ventos de litoral e de vale. Quando a ilha de calor urbana é mais pronunciada, ela inicia um padrão cêntrico de fluxo de ar desde as áreas mais frescas da periferia da cidade para o centro, mais quente. O ar sopra para dentro, a poucos metros por segundo, até que seja diminuído e bloqueado ou aquecido; então se eleva, esfriando gradualmente com a altura e descendo novamente sobre o campo.

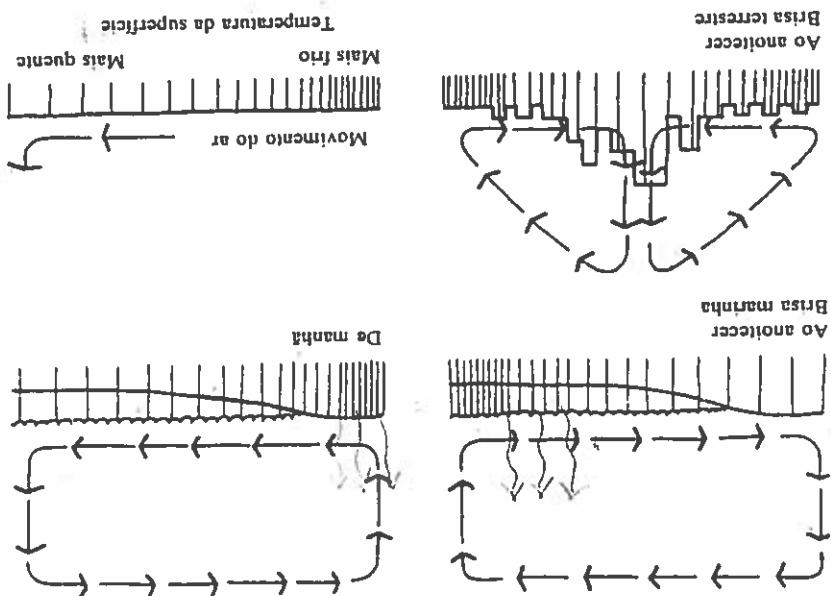


Fig. 3.1. O ciclo diário das brisas térmicas ao longo das áreas litorâneas e nas cidades, ambas formadas pelo mesmo princípio. Quando o ar quente se levanta sobre uma superfície quente (por exemplo, ao longo de uma costa, a terra durante o dia e a água durante a noite), o ar mais frio é aspirado para substituí-lo, iniciando uma brisa em tempo de calmaria.

Qualquer pessoa que já tenha vivido à beira-mar ou à beira de um grande lago conhece o padrão diário das brisas marítimas e terrestres. A terra se aquece mais rapidamente do que a água durante o dia, e esfria mais rapidamente à noite. À tarde, uma brisa sopra da água para a terra; de manhã, ela sopra da terra para a água. Já que as cidades, durante o dia, absorvem mais

calor do que a maioria das áreas rurais, elas podem acelerar esse vento marinho, permitindo-lhe penetrar mais de 2 km terra adentro; já que as cidades resistiam mais lentamente, o vento terrestre é provavelmente menos forte. Os vales têm um ciclo diário de circulação do ar semelhante — brisa que sopra encosta abaixo durante a noite, contribuindo para a formação das inversões e, inversamente, encosta acima pelas manhãs, quando o ar quente sobe do fundo do vale para as colinas.

O movimento dos ventos em torno de um edifício isolado é bem conhecido (ver Fig. 3.2), e regras simples permitem aos projetistas prever seu comportamento. Contudo, o vento se move de forma mais complexa através de grupos de edifícios e em cidades, e nesse caso poucas são as regras simples. Felizmente, as condições reais podem ser reproduzidas num túnel de vento, soprando-se o ar num modelo em escala; e consequentemente, estratégias de manipulação do movimento do ar podem ser observadas ou testadas com proveito.

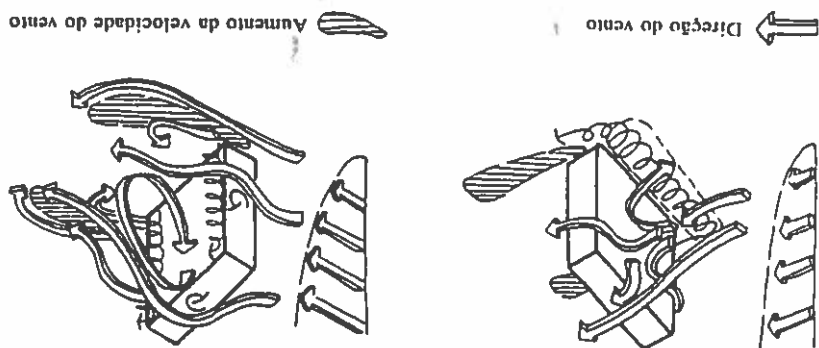


Fig. 3.2 O complexo padrão dos ventos em torno de um edifício isolado cria condições em que uma pessoa pode ficar confortavelmente num ponto e ser derubada por uma rajada de vento apenas alguns metros adiante. As velocidades do vento aumentam com a altura, de forma que os ventos atingem diferentes partes do edifício com forças variadas.

Quatro dos principais processos de transferência de energia governam o modo como os edifícios e as pessoas ganham ou perdem calor: radiação, convecção, convecção e evaporação. A radiação é a fonte primária de ganho de calor. A radiação, a evaporação e a convecção são os principais processos de perda de calor.

O conforto humano é resultado de muitos fatores: temperatura do ar, movimento do ar, umidade, taxa metabólica e vestimentas são os fundamentais. O movimento do ar e a temperatura radianse média variam mais radicalmente entre diferentes ambientes urbanos do que a temperatura do ar e a umidade, e podem ser mais facilmente manipulados pelo projeto urbano. A

temperatura radianse da pavimentação e das paredes circundantes pode ser baixada ou elevada com a promoção de sombra ou sol ou pela escolha de materiais de construção por suas características térmicas. A importância do controle da insolação direta e do vento é bem reconhecida. A contribuição do movimento produz das ou três vezes mais calor do que em repouso - a taxa metabólica é controlada pelo aumento ou diminuição da atividade. Desse modo, as necessidades de conforto podem variar com as diversas intensidades das atividades humanas.

O grau de poluição atmosférica ou de conforto "aceitável" vai depender do modo como as pessoas usam um lugar, quando o usam, quanto tempo ali permanecem e se podem evitá-lo. Não é possível resolver todos os problemas de poluição da cidade de uma vez, mas os lugares mais poluídos e desconfortáveis, onde muitas pessoas passam a maior parte do tempo, devem ser prioridade em qualquer cidade.

A MELHORIA DO AR AO LONGO DAS RUAS E RODOVIAS

A rua não pode ser evitada. A maioria das pessoas vive, trabalha, viaja e se diverte na rua ou perto dela. Contudo, como foi apontado antes, este é um dos ambientes mais contaminados da cidade, onde a poluição do ar é, com frequência, a menos monitorada e a menos controlada.

A contaminação das ruas é causada por uma fonte maior: os transportes; e enquanto os automóveis particulares forem o principal meio de circulação urbana, a poluição das ruas continuará. Mesmo assim, uma melhor qualidade do ar na rua poderia ser rapidamente alcançada. Podem-se prever as concentrações de poluentes específicos em qualquer ponto, dadas a distância em relação às estradas, a largura e a altura da garganta formada pela rua e a velocidade e a direção do vento. Quanto menor o número de poluentes, mais rápida e mais constante é sua velocidade, e menor o número de poluentes produzidos. Quanto maior a distância em relação à rua, menos poluentes são produzidos. Quanto mais larga e curta for a garganta formada pela rua e quanto menos redemoinhos e calmarias, maior a dispersão dos poluentes. Além dos controles de emissão e das normas de tráfego, parâmetros para o projeto das ruas públicas poderiam também reduzir os poluentes emitidos e sua concentração. Uma localização judiciosa das casas, lojas e áreas de lazer poderia limitar a exposição das pessoas.

Existem alguns precedentes de regulamentação pública do tráfego, de padrões para projeto de rua, zoneamento e uso da terra, porque ruas e vias expostas são espaços públicos, construídos, mantidos e controlados pelo governo federal, estadual ou municipal. Alguns órgãos públicos poderiam reali-

zar uma enorme melhoria na qualidade do ar pela aplicação de regulamentos e normas existentes, e pela criação de mais alguns.

Os urbanistas têm tradicionalmente se baseado em diversas estratégias para reduzir a emissão dos poluentes atmosféricos e seu impacto sobre as pessoas: projeto de redes de transporte e padrões de uso do solo que minimizem as viagens e encorajem o uso do transporte público; melhora do fluxo do tráfego e proteção de áreas residenciais. Menor atenção tem sido dada ao redesenho das ruas ou das vias de serviço e à regulamentação dos usos dos solos adjacentes, a fim de estimular a dispersão dos poluentes e limitar a exposição a eles.

Os engenheiros de tráfego distinguem entre uma hierarquia de vias — ruas locais, vias coletoras, arteriais e expressas —, cada qual com funções características, velocidade e fluxo do tráfego, tamanho e padrões de uso diário. Mas basicamente existem apenas dois tipos de ruas, uma para tráfego de veículos e outra para pedestres. A eficiência do movimento é o objetivo das vias expressas e arteriais; o acesso e a qualidade do ambiente devem ter precedência em ruas coletoras e locais.

A importância social da rua local foi demonstrada num estudo sobre vizinhança em Baltimore, que mostrou que os moradores de um bairro, predominantemente negros de baixa renda, preferiam conviver nas ruas a conviver nos parques e áreas de lazer próximos. (Os parques estavam frequentemente desertos, enquanto as ruas de frente aos blocos habitacionais eram muito movimentadas, cheias de pessoas sentadas, jogando ou conversando).

Como os ambientes nos quais muitos de famílias criam seus filhos, melhor seria chamá-las de "ruas familiares". Elas introduzem muitas de nossas crianças às nossas cidades. Essas ruas familiares devem ser santuários para os adultos, um refúgio da agitação da vida urbana, um lugar de retiro e descanso. Mas também têm um papel micropolítico. Podem se tornar unidades estáveis numa sociedade marcada pelo deslocamento, anonimato, alienação e solidão, distantes de um governo frequentemente incompetente. O quarteirão é um foco de localismo e descendência de serviços. É mais compacto, intenso e coerente que o bairro, e tem diversos tipos de problemas. Por todas essas razões, sua proteção contra a invasão e a desintegração torna-se um valor não apenas para os moradores locais mas para as cidades e para a sociedade como um todo.

Ainda que a média nas ruas locais seja de 2 mil carros por dia⁵, suas importâncias **funções sociais** são rompidas quando existem mais de 800 a 1 200 automóveis⁶. Muitas ruas residenciais locais funcionam como vias coletoras.

3. Sidney Brower, "Street Front and Sidewalk", *Landscape Architecture*, (63): 366, 1973.
4. Donald Appleyard, *Living Streets*, Berkeley e Los Angeles, University of California Press, 1981, p. 278.
5. William R. Kelly, James H. Kelly e Iris J. Falleron, *Design of Urban Streets*, Technology Sharing Report 80-204, Washington, D. C., Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 1980, p. 32.
6. Donald Appleyard, comunicação pessoal, Salem Spitz, "How Much Is Too Much (Traffic)", *Institute of Traffic Engineering Journal*, maio 1982, p. 44.

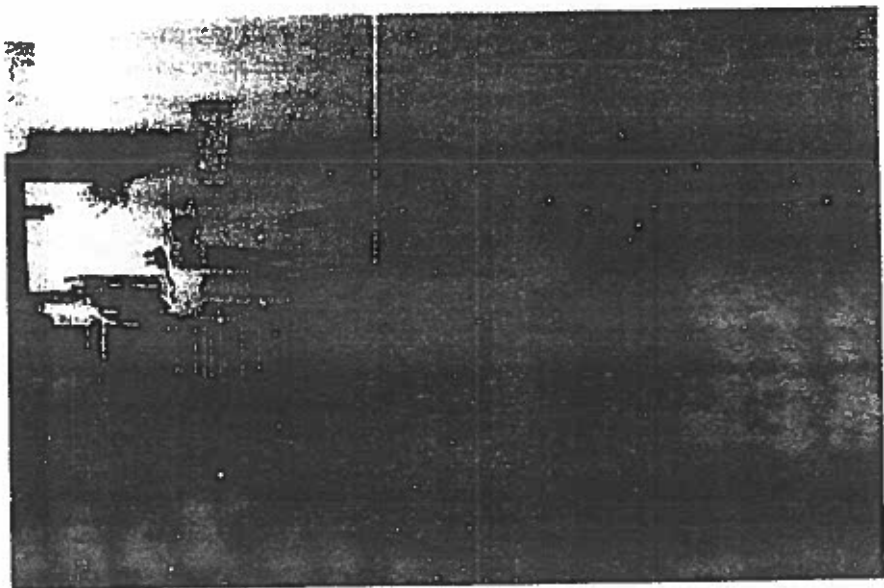


Fig. 3.3. *Woonerf* holandês, uma rua residencial com regulamentações específicas de tráfego, onde os automóveis dividem a rua com pessoas e jardins.

transportando mais de 2 mil carros por dia. Os britânicos têm um nome para essas ruas: "caminho de ratos". Há motoristas que fazem esses caminhos de ratos para se desviar do seu percurso pela cidade através de ruas locais, de modo a evitar os semáforos e as ruas congestionadas. É fundamental reavaliar o papel dos carros nas ruas locais, para melhorar a saúde e o conforto assim como a segurança e a qualidade de vida.

→ Os holandeses desenvolveram um novo tipo de rua, o *woonerf*, que accentua o papel social da rua residencial (Fig. 3.3). O *woonerf* ("pátio residencial", em holandês) é um distrito com suas próprias normas de trânsito: crianças e adultos têm precedência sobre carros e utilizam todo o espaço da via pública; os carros devem passar a uma velocidade baixa (15 km/hora). Num *woonerf*, as distinções entre rua e calçada são eliminadas, e o espaço de rua resultante é compartilhado por carros e pedestres. O *woonerf* originou-se em Delft, onde as ruas convencionais foram transformadas: repavimentando-as com eliminação das sarjetas, introduzindo obstáculos como barreiras, canteiros e árvores que forçam os motoristas a se desviarem, e agrupando o estacionamento (ver Fig. 3.4). Os holandeses criaram oitocentos *woonerfs* em duzentas cidades, e existe uma longa lista de espera para futuras conversões. As cidades alemãs

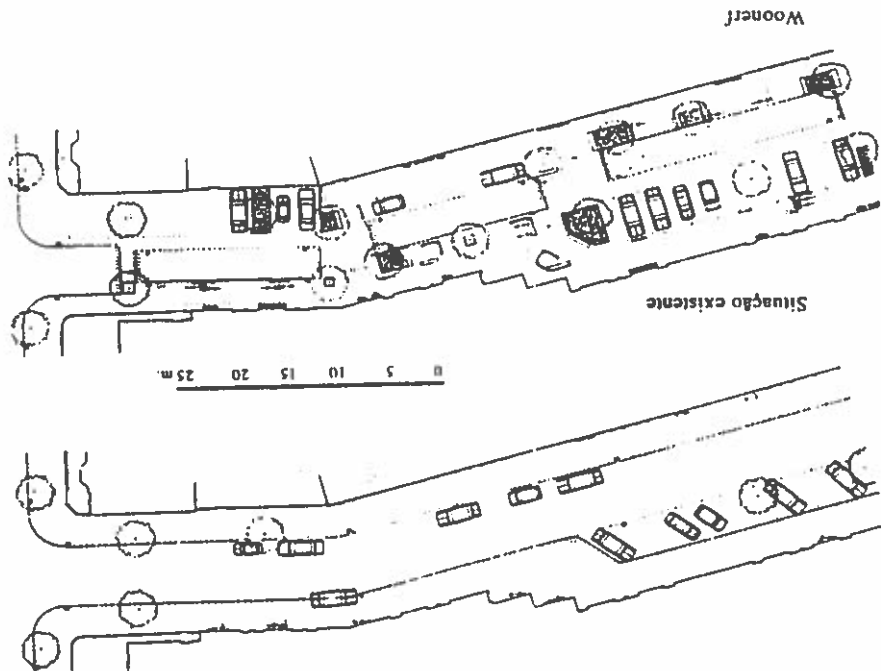


Fig. 3.4. Projetos que mostram como ruas existentes são convertidas em *woonerf*. O leito carroçável é estreitado, o estacionamento, agrupado, e arrescendados bancos, árvores e jardins.

implementaram um conceito similar, chamado *Wohnberich*. Boston, uma cidade americana cujas ruas centrais se assemelham a muitas das cidades europeias, recentemente instalou um *woonerf* no South End, na Appleton Street. A conversão transformou a Appleton Street, um alaiho para a via expressa sudeste, num espaço social para os moradores locais. A diminuição do tráfego foi radical, e os benefícios trazidos pela melhoria da qualidade do ar nessa rua residencial foram marcantes.

Diferentemente das ruas locais, as vias expressas e as arteriais devem promover uma eficiente circulação do tráfego pesado e rápido, e ser projetadas para dispersar os poluentes atmosféricos e limitar a exposição das pessoas a eles, sem impedir o movimento do tráfego. As vias arteriais registram 24 mil veículos por dia, gerando uma zona de poluição do ar que se estende por 50 m da extremidade de ambos os lados da rua (ver Fig. 3.5)⁸. Na área imediatamente

8. William H. Smith, "Lead Contamination of the Roadside Ecosystem", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (26): 763, 1976. (As medidas são dadas em metros quando a fonte original é em metros e o arredondamento possa distorcer os dados.)

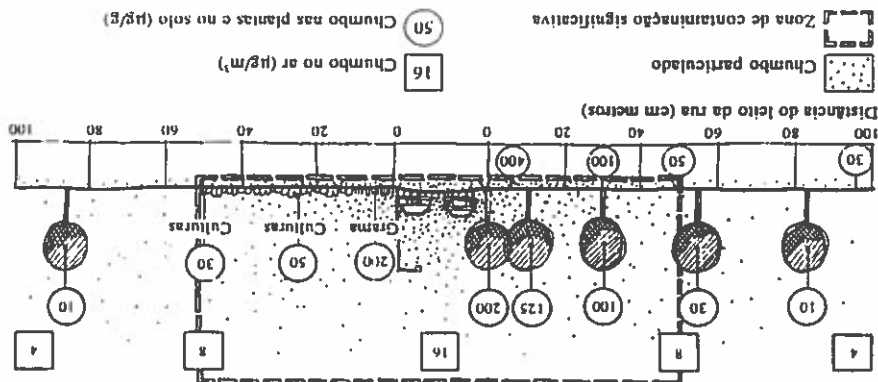


Fig. 3.5 O problema: o chumbo se concentra no ar, no solo e na vegetação ao longo das ruas, em função da velocidade e do volume do tráfego e da distância em relação ao leito da rua. Aqui, ao longo de uma rua que registra 24 mil veículos por dia, sob condições de calma, o chumbo no ar acima da rua é dez vezes a taxa normal, 50 µg/m³ (além "normal", caindo para oito vezes a taxa normal, 50 µg/m³).

adjacente à rua, a mais poluída, o teor de chumbo no ar é dez vezes a taxa urbana atmosférica "normal". A 50 m, o chumbo do ar é apenas oito vezes a taxa normal. Dado que a concentração de poluentes cai abruptamente a 10 m e continua seu declínio com o aumento da distância em relação à rua, faixas limitadas de no mínimo 10 m devem separar a beira da estrada e a calçada. Folhas de árvores, plantadas na zona de proteção, podem melhorar as áreas vizinhas, filtrando a fumaça e a poeira e reduzindo o barulho da rua (ver Fig. 3.6). Em Frankfurt, na Alemanha, uma das muitas cidades europeias que há muito reconheceram o valor da arborização urbana para este propósito, plantaram-se quatro fileiras de árvores de cada lado das ruas principais da cidade. As árvores removem parte do monóxido de carbono e dos particulados emitidos pelo tráfego de veículos, uma função acentuada por diversos fatores (ver Fig. 3.7). Já que a taxa de remoção dos poluentes gasosos depende do vigor da árvore, as espécies devem ser selecionadas por sua resistência às condições urbanas. As árvores que filtram particulados mais eficientemente são as que têm maior densidade de ramos, troncos e galhos mais rugosos, e folhas pilosas com uma alta proporção de superfície em relação ao volume. Como o solo é também um eficiente absorvente de poluentes, a remoção dos poluentes é melhorada quando as árvores são plantadas em solos cobertos por folhas e plantas, em vez de pavimentados.

9. *Idem, ibidem.*
10. Mollie Hughes, comunicação pessoal.
11. William H. Smith, "Urban Vegetation and Air Quality", em George Hopkins (ed.), *Proceedings of the National Urban Forestry Conference*, Syracuse, Science and Forestry, 1980, pp. 284-305.

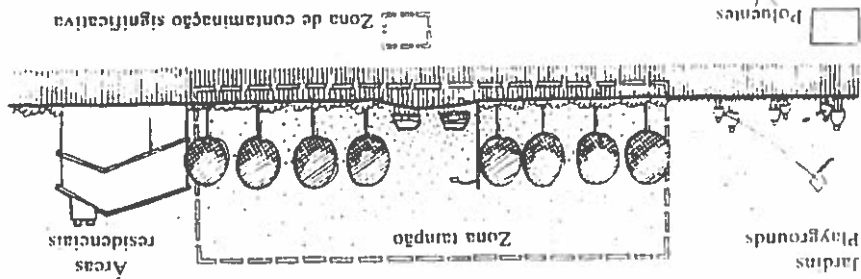
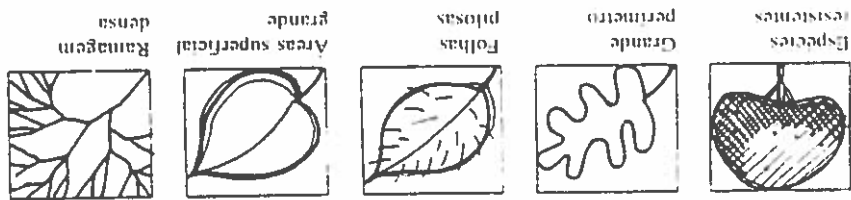
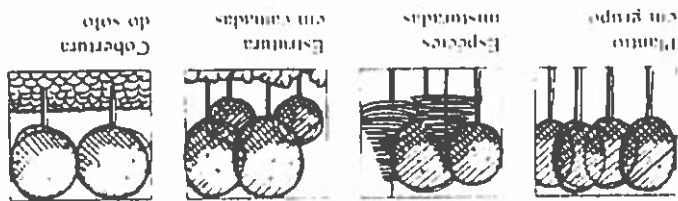


Fig. 3.6 A solução: uma abordagem multifuncional para limitar a exposição à poluição do ar junto às ruas: leis de trânsito para reduzir a produção de chumbo e outros poluentes; vegetação para capturar particulados; e recuos para minimizar a exposição. O volume do tráfego determina o tamanho do recuo.



Seleção de espécies vegetais para reduzir os particulados



Arranjo das plantas para reduzir os particulados

Fig. 3.7 O uso de plantas para reduzir a poluição do ar por particulados. Certos tipos e arranjos de plantas criam eficientes filtros de ar.

Escolas, casas, áreas de lazer e de recreação devem ser construídas longe das zonas poluídas, a mais de 45 m dos limites da rua, sempre que possível, e separadas das vias de tráfego por um cinturão de árvores, as quais devem ser suficientemente espaçadas para permitir a livre circulação do ar sob

12. A distância baseia-se em zona poluída por uma rodovia com uma média de 24 mil veículos/dia, como descrito em Smith, "Lead Contamination of the Koudsde Ecosystem".

suas copas. O recuo de casas, hospitais, escritórios e lojas em relação às grandes artérias produzirá o benefício adicional do aumento da ventilação e da prevenção da formação de bolsões de ar parado. A altura dos edifícios em relação à largura da rua deve permitir que a luz do sol atinja a rua no meio da manhã, de forma a dissipar as inversões térmicas locais no nível da rua e permitir a penetração das brisas para dispersarem e diluírem os poluentes. As condições devem estudar os efeitos da variação e velocidade do vento sobre a forma e o tamanho das zonas poluídas. (Testes em túncis de vento são atualmente a maneira mais segura de prever o movimento do ar nessa escala, mas modelos computadorizados que prevêem a difusão da poluição do ar em ruas desfiladeiro poderão facilitar essa tarefa no futuro.)

Apesar de a localização e a largura das vias expressas serem frequentemente influenciadas pelas condições urbanas existentes, há uma maior flexibilidade na escolha de local para uma nova via expressa e a melhoria das vias de servidão existentes do que na ampliação de artérias já implantadas. Novas vias expressas devem ser localizadas em áreas com boa ventilação e afastadas dos locais onde a população vive e se diverte. A via de servidão deve incluir toda a zona poluída, de ambos os lados da via. Esta deve ser plantada com árvores e arbustos para filtrar os poluentes. Pistas de corrida, de ciclismo e hortas são usos não-recomendados para vias de servidão.

Vias coletoras, em contraste com as arteriais e locais, não são nem inteiramente para tráfego nem inteiramente para pessoas. Elas distribuem o tráfego através da cidade e são intensamente utilizadas por automóveis e caminhões, servindo até 15 mil veículos por dia, embora sejam também lugares onde muitas pessoas fazem compras e trabalham. A zona poluída das ruas coletoras é basicamente menor do que a das vias arteriais, mas os mesmos princípios de projeto se aplicam a ambas. Os passeios devem ser largos e separados do leito carroçável por uma larga faixa marginal, com árvores sempre que possível. Pequenos parques e praças localizados ao longo das ruas coletoras devem ser recuados e separados desta por renques de árvores.

Nem todas as cidades, especialmente as mais antigas, podem sujeitar-se aos padrões para o projeto de novas ruas. O intrincado labirinto das estreitas ruas medievais, característico de cidades europeias como Londres, Copenhague e Amsterdã, as ruas-desfiladeiro, ladeadas por altos edifícios, sintetizadas pela cidade de Nova Iorque, e as largas ruas de cidades do meio-oeste americano como Dayton — cada um desses padrões cria seus próprios problemas e requer suas próprias soluções. Ruas locais podem ser redescobertas e reconstruídas com um impacto relativamente pequeno para o resto da cidade, mas estratégias para a melhoria da saúde e o conforto nas ruas principais são frequentemente confrontadas com a necessidade de promover acesso e eficiência da circulação. O conceito de *woonierf* é apropriado apenas onde a maior parte dos carros têm uma destinação local e o tráfego é inferior a trezentos car-

ros por hora¹³. Qualquer técnica que reduza a velocidade do tráfego nas vias principais servirá apenas para exacerbar a poluição do ar.

(3) Os problemas de poluição do ar das vias arteriais e coletoras devem ser considerados tanto individualmente, rua por rua, quanto na relação uma com a outra. Limitar o tráfego de veículos ou baní-lo totalmente, especialmente em ruas estreitas e pouco arçadas, pode ser a única solução para um problema intolerável.

A Madison Avenue, na cidade de Nova Iorque, não é estreita pelos padrões da maioria das cidades, mas a altura dos prédios que a ladeiam produz um efeito de canyon. A Madison Avenue corre do norte para o sul da ilha de Manhattan, e o sol muitas vezes não alcança o nível da rua até o meio-dia. Como resultado, são frequentes as inversões térmicas matinais, que aprisionam a emissão dos escapamentos ao nível da rua nas horas de pico (ver Fig. 2.1). A Park Avenue, uma via muito mais larga uma quadra adiante, tem boa ventilação. O sol matinal provavelmente previne inversões na maioria das ruas que cruzam a Madison Avenue e que correm na direção leste-oeste. Problemas paliativos não terão qualquer efeito na poluição do ar da Madison Avenue, e a construção de mais edifícios altos irá certamente agravá-la. A única alternativa, nesse caso, é a proibição ou o limite do tráfego onde os armanha-cús estão concentrados.

Na Europa, existem muitos precedentes de eliminação dos carros, caminhões e ônibus das ruas das cidades. Estocolmo, Roterdã, Bolonha e Viena baniram o tráfego de várias partes do centro, como o fizeram certas cidades americanas. O *Strøjer* ("passaio", em dinamarquês), um sistema articulado de ruas estreitas na parte central de Copenhague, destina-se aos pedestres desde 1962. Hoje existem mais de 2 mil lojas ao longo do *Strøjer*, entre elas algumas das lojas e boutiques mais caras, assim como alguns dos restaurantes e cafés mais populares. O *Strøjer* atrai turistas e habitantes locais. Pessoas — passeando, correndo, tomando sol, sentadas, observando, comendo — substituíram os automóveis na rua; o acesso aos caminhos de entrega só é permitido de manhã cedo ou por ruas transversais e laterais.

A CRIAÇÃO DE PARQUES E PRAÇAS MAIS CONFORTÁVEIS

As praças públicas sempre estiveram na moda. Ficavam no coração das antigas cidades gregas e romanas, das cidades medievais e, mais tarde, das antigas colônias, assim como das metrópoles modernas. São lugares para ver e ser visto, para comprar e fazer negócios, para passear e fazer política. As melhores praças são lugares agradáveis durante a maior parte do ano, amenizam-

do o calor no meio do verão e evitando o frio no início da primavera e no fim do outono. Tais lugares são raros e muito apreciados.

Os abrigos sombreados são lugares confortáveis para se sentar. O Paley Park, na cidade de Nova Iorque (Figs. 3.8 e 3.9), é um refúgio na barulhenta e movimentada East 53rd Street. Num dia abafado, úmido e quente de verão, este pequeno parque é surpreendentemente fresco. Na hora do almoço, é tomado por compradores e funcionários dos escritórios próximos. O Paley Park é bastante pequeno e íntimo – do tamanho da área de um edifício. Os edifícios adjacentes dominam o parque, mas ele não transmite a sensação de opressão. Uma dúzia de acácias-melíferas, com seus finos troncos colunares, formam um tecto rendilhado sobre o parque. As folhas dão passagem a uma luz solar filtrada e variegada. Árvores de copa mais fechada, como o bordo norueguês, darão uma sombra escura e farão do parque um lugar opressivo. Uma cascata forma a parede de fundo do parque. O som calmanante e torrencial mascara o ruído da rua. A água espirra no calçamento e resfria o ar quando se evapora. Num dia quente, as cadeiras mais próximas da água são as preferidas. As paredes laterais são cobertas de hera, que bloqueia tanto a luz do meio-dia refletida das paredes quanto o calor radiante que elas, de outra forma, poderiam emitir. Cadeiras e mesas são removíveis, recolhidas à noite por segurança. A distância entre as cadeiras pode ser ajustada para acom-

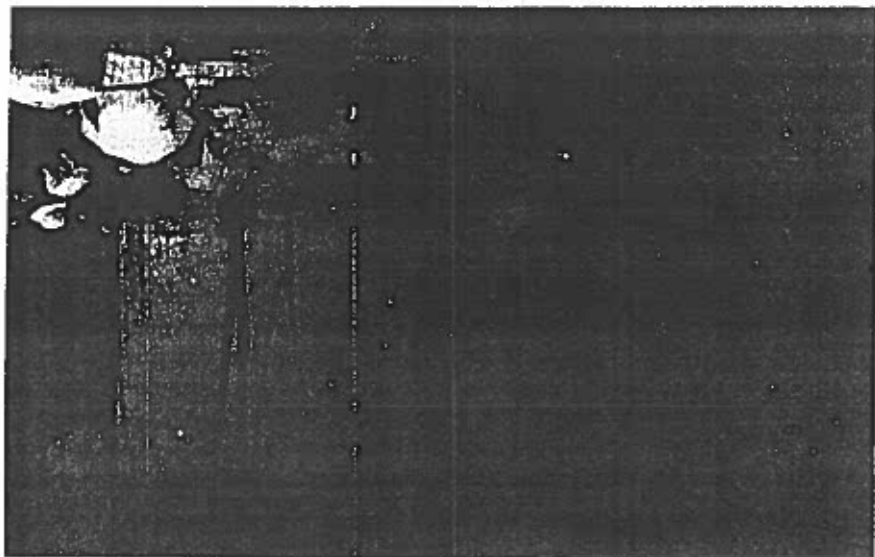


Fig. 3.8. (c) Paley Park, um dos parques mais frequentados na cidade de Nova Iorque, um refúgio sombreado e confortável.

e nas paredes circundantes, e pelo bloqueio do vento. Uma escolha judiciosa da localização, da forma e dos materiais de construção contribuem para o sucesso de um abrigo sombreado ou de um bolso de sol. A face sudoeste é ótima para receber a brisa do mar e das encostas e as brisas predominantes no verão. A escolha dos materiais adequados é fundamental. A pavimentação fina, porosa e heterogênea (tijolo em areia) absorve calor mais lentamente e armazena menos calor do que uma pavimentação homogênea, densa e profunda (concreto). A pavimentação lisa e brilhante (concreto ou mármore) absorve menos e reflete mais radiação do que uma pavimentação áspera e escura (asfalto). Superfícies molhadas (calçada, telhados e lagos) produzem um efeito de refrigeração com a evaporação da água. As árvores não refletem apenas pelo sombreamento. A água bombeada do solo evapora-se na superfície das folhas enquanto a água do solo for abundante.

O ideal é que os abrigos sombreados e os bolsos de sol sejam colocados em toda a cidade, integrados em praças e parques. Podem ser simples e baratos. O Paley Park fica entre a Fifth Avenue e a Madison, num setor caro de Manhattan, e tem um orçamento de manutenção bastante alto. Parques similares construídos desde então, como o Waterfall Garden em Seattle, Washington e Greengarden Park, na cidade de Nova Iorque, tiveram também altos custos de construção e manutenção, mas tais despesas não são essenciais. Um efeito microclimático similar pode ser obtido num lote vazio com um orçamento muito menor. Árvores de baixo custo, como o alianto, produzem sombreamento em paredes ou folhagem no solo reduzem o brilho e o calor radiante. Um simples irrigador — uma alternativa para espelhos d'água e fontes — aumenta tanto o conforto psicológico quanto o fisiológico, mesmo num clima úmido.

O PROJETO DE UMA CIDADE MAIS LIMPA, MAIS CONFORTÁVEL E ENERGÉTICAMENTE MAIS EFICIENTE

Para ser mais eficaz, o projeto de uma simples rua, parque ou praça deve ser parte de uma estratégia abrangente para melhorar a qualidade do ar, conservar a energia e aumentar o conforto de toda a cidade. Problemas na esquina de uma rua podem ter sua causa em qualquer lugar, e soluções para melhorar a qualidade do ar podem aumentar o desconforto térmico.

Tome-se o exemplo de Dayton, Ohio, onde os ventos são um problema nas praças e calçadas situadas na base dos edifícios altos. Uma situação particularmente desagradável é a entrada de um edifício de apartamentos de muitos andares para idosos. Os moradores que se aventuram a sair para ir ao centro de idosos ou à área comercial próxima lutam contra fortes ventos. Juntam-se a isso calçadas congeladas no inverno, e tais escapadas se tornam temerárias.

Esse problema foi analisado por estudantes de arquitetura paisagística na Universidade de Harvard. Eles passaram meses estudando o clima e suas aplicações no urbanismo e reuniram todas as novas informações que adquiriram para solucionar o problema de uma esquina sujeita a fortes ventos. Puseram diferentes configurações de árvores, barreiras e muros e testaram seus projetos num túnel de vento. O efeito sobre a velocidade dos ventos foi insignificante. A tela de aço, montada sobre alfinetes usados para indicar as árvores no modelo, foi destruída pela força do vento. Os estudantes lamentaram que as aspéras rajadas de vento não tivessem sido previstas antes da construção do complexo de apartamentos, quando a entrada e o edifício poderiam ter sido redesenhados. Além da derubada do edifício e sua reconstrução, parecia não haver nenhuma outra solução satisfatória para o problema. Essa conclusão encerra a maioria dos estudos. Felizmente, esse estudo foi um exercício acadêmico, e o projeto de habitação para idosos não mais que um estudo de caso, parte de uma pesquisa mais abrangente sobre a qualidade do ar e o clima da cidade. Os estudantes continuaram a preparar um plano de arborização para toda a área central e, no desenrolar do trabalho, encontraram uma resposta para o problema do conjunto habitacional para idosos.

A resposta estava em olhar a cidade como um todo. O Centro de Dayton é cercado em três lados por espaços abertos que não oferecem barreira ao vento. Estacionamentos, espaços institucionais, uma via expressa e um rio contornam a cidade. Os ventos noroeste no inverno sopram livremente através de uma ampla área de estacionamento, atingindo então os altos edifícios, como os dos blocos de apartamentos para idosos, com toda a força, movendo-se para baixo e à volta deles. A ligação entre os estacionamentos baldos pelo vento na periferia da área central e a turbulência em torno dos altos edifícios do centro foi claramente demonstrada em testes no túnel de vento, onde o efeito dos ventos na mudança de força e direção, foi simulado pelo soporo do ar sobre uma maquete de toda a área central (Fig. 3.10). Quando as árvores foram acrescentadas aos estacionamentos na extremidade noroeste, os problemas do vento junto à entrada do bloco de apartamentos foram reduzidos a tal ponto que os arbustos e as árvores em volta do edifício puderam resolver o problema persistente. Uma vez reconhecida, a solução pareceu simples. Mas, o método para a identificação da solução foi revolucionário.

Essa foi a primeira vez que os projetistas estudaram uma maquete de toda uma área central num túnel de vento com o único propósito de desenvolver um plano abrangente que pudesse resolver os problemas do vento no nível do solo. Raramente são feitos estudos de túneis de vento antes que os edifícios sejam projetados e construídos. Com mais frequência, são feitos quando um desastroso problema de vento se torna evidente depois da construção — quando as portas não se abrem, as janelas são arrancadas ou os pedestres são derrubados no chão. Uma maquete do Prudential Center, próximo à Copley Square, em Boston, assim como de lugares em outras partes dos Estados Uni-

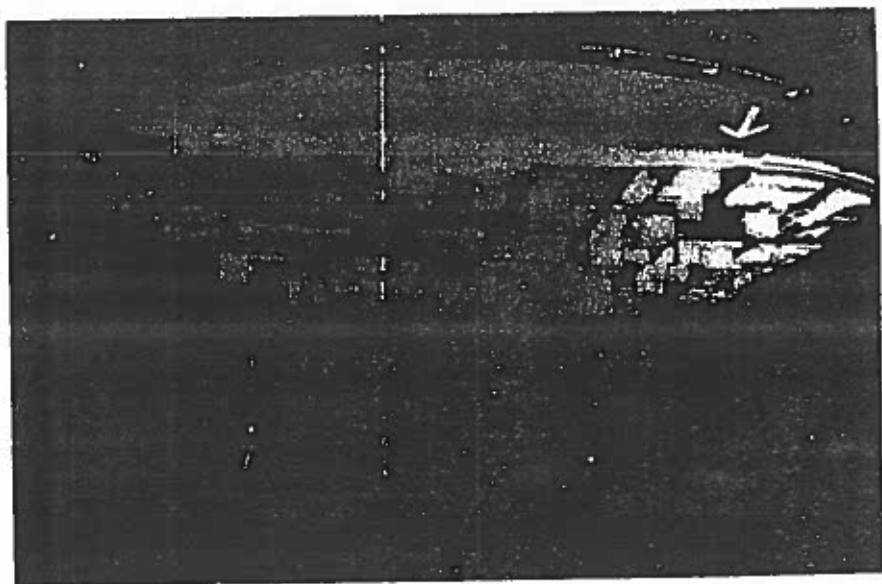


Fig. 3. 10. Maquete da área central de Dayton num túnel de vento usado para prever os problemas de ventilação e testar as soluções. Estudos de toda a cidade em vez de um único edifício revelaram que pequenas mudanças podem ocasionar consequências imprevisíveis e de longo alcance. O ar soprado através de pontas e grades simula o comportamento do vento quando este se aproxima do centro de Dayton sobre os subúrbios circundantes.

dos, decora as paredes do túnel de vento do M.I.T., testemunhos mudos dos desastres comerciais, estáticos ou políticos que representam. O modelo de Dayton tinha 1,8 m de comprimento; suficientemente pequeno para se ver a cidade como um todo, mas suficientemente grande para representar detalhes de calçadas e ruas, parques e praças. Na maquete 2,5 cm eram equivalentes a 15 m no solo. Todos os edifícios do centro de Dayton foram feitos de madeira, na oficina da cidade, por dois funcionários do departamento de parques e jardins. Um auxiliar do administrador da cidade de Dayton transportou em valises as maquetes de edifícios até Cambridge. Estudantes da Faculdade de Design de Harvard montaram os edifícios numa base redonda completa com ruas, auto-estradas, rios, parques e até pequenas árvores, representadas por telas de aço sobre alfinetes. Usaram então a maquete para estudar o efeito de diferentes condições de vento e orientação solar sobre o conforto e a qualidade do ar na área central da cidade de Dayton.

Como muitas cidades americanas, Dayton tem ruas largas e muitos espaços abertos próximos ao centro. Uma vez que nem todas as seis faixas das ruas do centro eram utilizadas para acomodar o tráfego, os estudantes propuseram que os canteiros centrais e as calçadas fossem ampliados e arborizados.

A configuração do plantio e as espécies de árvores recomendadas variaram de rua para rua, refletindo a orientação da rua em relação ao sol e ao vento, a largura e a altura dos edifícios e sua importância para o tráfego e o comércio. Os estudantes determinaram a localização das árvores usando como referência mapas dos problemas de ventilação e insolação que desenharam usando a maquete.

Como havia uma grande quantidade de áreas de estacionamento, o retorno financeiro dos estacionamentos não poderia ser diminuído pelo acesso ao cimo de árvores. Houve quatro diferenças consideradas ao se projetar o plantio nos estacionamentos: redução da força dos ventos antes que eles atingissem o centro da cidade; ser igualmente eficaz na redução dos ventos de diferentes direções; oferecer sombra para a superfície pavimentada dos estacionamentos; e evitar a concentração de poluentes da emissão dos automóveis sob a copa das árvores. O projeto resultante foi uma malha de árvores bastante espaçada ao longo da periferia e no interior dos estacionamentos. O plantio de árvores numa malha ao invés de fileiras paralelas poderia ser mais eficaz na redução dos ventos de várias direções. As árvores foram plantadas com uma aproximação suficiente para fornecer sombra, mas espaçadas de maneira a permitir a ventilação. O projeto do estacionamento a sudoeste variou levemente do dos estacionamentos a noroeste. Os ventos predominantes no verão vêm do sudoeste, por isso fornecer sombra para a superfície do estacionamento era mais importante do que diminuir a velocidade do vento. As árvores no estacionamento a noroeste foram mais espaçadas, criando uma superfície mais regular, capaz de reduzir mais efetivamente a velocidade do vento.

Os estudantes apresentaram os resultados do seu trabalho semestral, um plano diretor para a arborização viária do centro de Dayton, a Associação do Centro de Dayton, um grupo de comerciantes, homens de negócios e cidadãos interessados¹⁵. Eles estimaram que o custo do plantio e manutenção das árvores não seria superior ao que os comerciantes já costumavam pagar pela iluminação, estimativa baseada na testada das propriedades.

O projeto dos estudantes é apenas uma parte do projeto climático para Dayton. Além de uma engenhosa administração de fundos federais, verbas de fundações privadas, do conhecimento de estudantes e professores de várias faculdades dos Estados Unidos, e da disposição muitos moradores da cidade a ceder seu tempo, Dayton reuniu uma quantidade impressionante de projetos relacionados com o clima urbano. Em 1980, o serviço florestal dos Estados Unidos forneceu a Dayton um climatologista, que estudou o clima e a qualidade do ar da cidade e avaliou suas necessidades. A fim de coletar mais dados sobre a temperatura local, o escritório de administração municipal, através de

15. A este momento, este plano não foi implementado; partes dele, contudo, foram incorporadas a projetos menores. Trabalharam no projeto os seguintes estudantes de graduação: Dana Brown, David Johnson, Peter Lukacic e Rod Shriv.

apelos na televisão, organizou um exército de voluntários da cidade para recolher os dados de temperatura em dias e horários determinados. A informação resultante permitiu ao climatologista tirar conclusões relativamente confiáveis sobre o regime da temperatura de Dayton.

Em 1981, a cidade de Dayton construiu um estacionamento experimental revestido por blocos de gramado (um calçamento de grama e concreto entretecidos – ver Fig. 3.11) em vez do asfalto convencional. O terreno de blocos de gramado do estacionamento absorve e irradia muito menos calor para as paredes dos edifícios e calçadas adjacentes; as temperaturas do ar nas tardes ensolaradas sobre o estacionamento revestido com blocos de gramado são comumente 2°C mais frescas do que no estacionamento asfaltado ao lado¹⁶.

Recentemente, a cidade encampou um programa de plantio experimental numa via expressa, que permite que a vegetação natural se regenere ao longo de segmentos seleccionados das vias expressas que circundam a cidade. Dayton espera filtrar a poluição e reduzir o barulho das vias, assim como as velocidades dos ventos antes que estes atinjam a área central, além de fornecer um acesso atraente para a cidade. Espera ainda reduzir os custos de manutenção, pois não será mais necessário cortar a grama.

Em 1980, Dayton lançou uma publicação, *International Dayton Line*, para informar outras cidades sobre seu projeto de clima urbano. A publicação atingiu mais de setecentos leitores e se tornou uma fonte de informações sobre cidades que estão tentando aplicar abordagens inovadoras dos problemas de clima, da qualidade do ar e do urbanismo. Outras cidades americanas como Cincinnati, Buffalo e Lafayette, em Indiana, inspiraram-se no exemplo de Dayton e implementaram programas similares.

O projeto climático de Dayton foi lançado por um ex-administrador da cidade, depois que ele viu um documentário sobre as realizações de Stuttgart, na Alemanha, uma cidade industrial de 630 mil habitantes. Como muitas cidades – vale do interior, Stuttgart é castigada por exensos períodos de fracas ventos e frequentes inversões térmicas (247 dias por ano), o que resultou em perigosas concentrações de poluentes atmosféricos¹⁷. Por mais de três décadas, climatologistas, urbanistas, paisagistas e arquitetos trabalharam juntos na implementação de um grande plano para melhorar a qualidade do ar da cidade. Os projectistas de Stuttgart conceberam a circulação de ar numa escala inovadora. Direccionaram e desviaram o fluxo do ar através da cidade e orientaram a localização das indústrias, vias expressas e distritos residenciais para o

16. David R. Smith e David A. Sholtis, "Green Parking Lot, Dayton, Ohio: An Experimental Installation of Grass Pavement. II. Performance Evaluation", Dayton, The Heritage Conservation and Recreation Service, Lake Central Region, 1981, p. 3.
17. G. Arno Loessner, "An Air Quality Program with Visible Results", *Pricing Planner*, (9): 35-37, 1978. A descrição dada aqui baseia-se nessa fonte, bem como em H. Hoffman, "City Climate of Stuttgart", em *City Climate: Data and Aspects for City Planning*, I.B.W., uma publicação da Research, Building, and Living, Erhard Franke (ed.), trad. para a EPA por Literature Research Company, TR-70-0795, Stuttgart, Alemanha Ocidental, Karl Kriemer, 1976, p. 64.

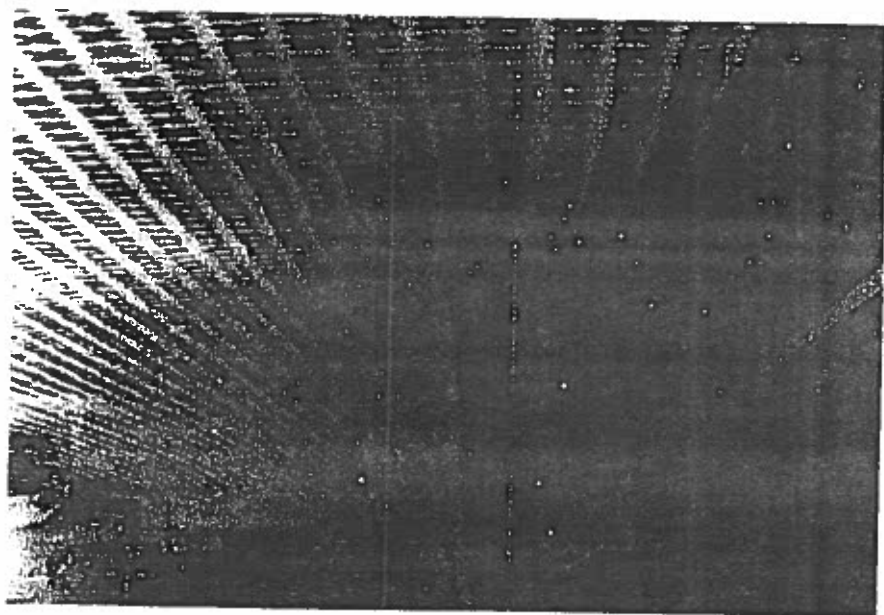


Fig. 3.11. Área de estacionamento com blocos de granito. A grama cresce nos vãos dos blocos de concreto pré-moldado, mantendo-se aparada pelo irêlgo. Esse material absorve menos calor do que o asfalto.

benefício da qualidade do ar e do clima urbanos. Implementaram um plano integral e coordenaram muitos projetos menores por toda a cidade. Após determinar os padrões de circulação do ar através e em volta de Stuttgart (ver Fig. 3.12), os climatologistas continuaram a pesquisar os níveis de poluição do ar e do material particulado para identificar as áreas mais críticas. Inicialmente, liberaram fumaça para rastrear o fluxo do ar na cidade. Técnicas mais sofisticadas, incluindo o uso de fotografias aéreas infravermelhas, são agora usadas para se obterem as mesmas informações. Estudos identificados encostas desocupadas acima da cidade como a principal fonte de ar limpo e fresco que flui à noite colina abaixo, em direção ao centro. Na época em que foi descoberto seu papel crucial na ventilação da cidade, as colinas arborizadas estavam sendo rapidamente convertidas em bairros residenciais. Por causa de sua importância para toda a comunidade, a cidade restringiu a ocupação dessas colinas, incorporando-as a um sistema radial de espaços livres, que se estende dos limites rurais ao centro da cidade. Quando o ar poluído e quente se ergue sobre o centro, o ar fresco e puro é impellido ao longo desses corredores de espaços abertos para substituí-lo. Esse movimento do ar é lento e fraco, facilmente obstruído por muros ou edifícios e efetuado apenas quando a velocidade dos ventos regionais é inferior a 2 m por segundo. Du-



Fig. 3.12. Padrões de fluxo do ar em Stuttgart, na Alemanha. À noite, sob condições de calmaria, um fluxo de ar limpo e fresco desce das colinas para a cidade, deslocando o ar quente e poluído do centro.

ranter os frequentes e prolongados períodos de ventos fracos, esse movimento do ar das colinas para o vale fornece não apenas ventilação ao centro de Stuttgart. Ele resfria a cidade à noite, num período em que a área central, de outra forma, estaria muito mais quente que a periferia. O uso do solo nessas "canais de ar fresco" é, portanto, estritamente controlado. Com metros e a largura mínima para esses canais de ar, que são plantados com grama e árvores. A emissão de poluentes em Stuttgart foi atuada em várias frentes. As inversões normalmente afetam uma camada relativamente fina do ar sobre a cidade. Se as chaminés das indústrias, dos incineradores públicos e das usinas

elétricas são suficientemente altas para atravessar a camada de inversão, suas emissões escapam do volume de ar retido próximo ao solo. Os incineradores municipais e as usinas elétricas foram modificadas e transferidas da cidade, na direção do vento, e altas chaminés, de 160 a 180 m de altura, foram instaladas¹⁸. Muitas indústrias desde então seguiram o exemplo do governo local. O tráfego foi banido das ruas centrais pouco ventiladas. A queima de óleo e carvão foi proibida em setores onde a velocidade do vento era insuficiente para renovar o ar. Nessas áreas, apenas gás natural é usado para cozinhar, e a cidade fornece água aquecida pelos incineradores municipais para esquentar as casas. Juntos, esses esforços diminuíram substancialmente a poluição do ar. Stuitgart tomou, também, medidas para prover espaços livres mais confortáveis e reduzir os custos de condicionamento do ar no verão. Meteorologistas e projetistas do Escritório de Investigações Químicas revisaram projetos de novos edifícios para determinar seus impactos no clima e na qualidade do ar no nível da rua, recomendando revisões em projetos de edifícios para melhorar a ventilação e o microclima. Esse órgão sugeriu recentemente o alargamento de diversas ruas da área central da cidade, para melhorar a circulação do ar. A Theodorheussstrasse foi alargada, e o espaço ganho foi plantado com grandes sicômoros de 35 anos de idade¹⁹. Jardins suspensos e "telhados móveis" (um telhado plano com alguns centímetros de água) foram introduzidos para reduzir a absorção de calor pelos edifícios. A pavimentação de asfalto dos estacionamentos foi substituída, utilizando-se blocos de grama para diminuir a absorção de calor. A cidade implantou parques sombreados arborizados, ligados aos canais de fluxo do ar sempre que possível, a fim de fornecer oásis agradáveis, para refrescar as regiões circunvizinhas e filtrar a poeira do ar. Tais esforços melhoraram perceptivelmente o microclima do centro de Stuitgart.

A solução de Stuitgart aplica-se melhor a cidades com ventos fracos frequentes e inversões persistentes. Outras cidades na Alemanha implementaram a abordagem de Stuitgart, e aquelas com padrões climáticos e topográficos semelhantes têm obtido mais sucesso nessa aplicação. Aproveitando as atividades de fluxo de ar naturais na ventilação da cidade e controlando as atividades poluentes, Stuitgart transformou-se de uma cidade de baixa qualidade de ar num modelo para o mundo.

A cidade de Davis, na Califórnia, inovou numa legislação multissetorial para a conservação de energia, incluindo um novo código de obras, normas que encorajam o uso da energia solar e o desenvolvimento de alternativas de transporte para o automóvel particular. A cidade resolveu concentrar-se na construção dos edifícios e no transporte, desde que uma pesquisa feita junto aos municípios, no início dos anos 70, demonstrou que os automóveis repre-

18. Tais soluções melhoram a qualidade do ar local, mas podem aumentar a poluição do ar em outros lugares. 19. Mollie Hughes, comunicação pessoal.

sentavam 50% de todo o consumo de energia, e o aquecimento e refrigeração das edificações outros 25%. O novo código de obras, desenvolvido com a assistência de pesquisadores da Universidade da Califórnia, em Davis, regulamenta tanto a localização como o projeto dos novos edifícios, incluindo a orientação solar, a insolação, a quantidade de janelas, as cores dos telhados e paredes e o sombreamento dos beirais. Antes desse código de obras, a maioria das casas eram construídas com um sistema de condicionamento de ar. Com a melhoria dos projetos, os moradores agora consideram o ar-condicionado desnecessário.

Davis explorou várias maneiras de reduzir o uso do automóvel. O Conselho Municipal resolveu desenvolver um sistema de ciclovias em 1968 e, desde então, introduziu um conveniente transporte público de baixo custo. Pelo encorajamento do trabalho familiar, a cidade também espera reduzir o deslocamento das pessoas.

A experiência de Davis provou ser altamente bem-sucedida. Uma pequena cidade de 33 mil habitantes conseguiu explorar, implementar e testar técnicas para a conservação de energia que podem ser agora adaptadas a cidades maiores. Como a conservação de energia diminui tanto o desperdício de calor como os poluentes, o maior conforto climático – resultado da cuidadosa localização e do projeto das edificações – e a melhor qualidade do ar – resultado da diminuição do tráfego de veículos – são importantes subprodutos do projeto de Davis.

UM PLANO PARA CADA CIDADE

Tanto o projeto de Stuttgart quanto o do Paley Park afetam o microclima e a qualidade do ar no nível da rua. O de Stuttgart é um grande esquema; ele afeta uma cidade inteira e desafia a imaginação. O Paley Park é um projeto modesto; melhora o microclima de um espaço reduzido, mas agrada àqueles que o usam. Embora o impacto do grande esquema seja maior, sua escala é amedrontadora e talvez não possa ser reproduzida em outra cidade. O projeto modesto pode ser facilmente reproduzido em variações infinitas, adaptando às características especiais de outros lugares.

A compreensão dos padrões de poluição do ar e do clima da cidade como um todo deve subsidiar todos os projetos, ambiciosos ou modestos. O clima regional de uma cidade, a situação topográfica, as fontes de poluição e a forma urbana determinam os problemas mais críticos da qualidade do ar e do clima. Fenômenos específicos, seus padrões espaciais e sua relativa importância variam de cidade para cidade. São os invernos rigorosos e longos um problema, ou o problema são os verões quentes e secos? Muito ou pouco vento? Suscetibilidade a inversões regionais ou locais? Grandes poluidores indus-

trials orientados contra os ventos que sopram sobre a cidade ou acumulação da emissão dos motores dos automóveis dentro da cidade? A identificação das maiores fontes de poluição do ar, dos padrões de dispersão dos poluentes e de áreas como os fundos de vales e estradas ruas-desfiladeiro suscetíveis a inversões pode ajudar a isolar os lugares mais contaminados. O mapeamento das variações diárias da temperatura na cidade, incluindo lugares "quentes" e "frios" pode identificar alguns dos lugares mais desconfortáveis e também ajudar na previsão das brisas térmicas. O conhecimento do padrão do movimento do ar, em volta e dentro da cidade, permitirá o seu uso como um recurso para ajudar a dispersão dos poluentes e aumentar o conforto e a conservação de energia. A variação sazonal e diária do movimento do ar, incluindo a direção, velocidade e frequência dos ventos regionais, assim como os de vale, os costeiros e outras brisas termicamente induzidas, é potencialmente de grande importância, especialmente nos episódios de calmaria.

Estratégias abrangentes para a melhoria da qualidade do ar, o aumento do conforto e a conservação de energia para o aquecimento e ar condicionado do ar através da cidade devem:

- Tratar dos problemas climáticos e de poluição do ar mais críticos da cidade, com especial atenção à melhoria das condições nas áreas mais desconfortáveis e mais contaminadas.
- Investigar modos alternativos de transporte e fontes de energia que diminuam a poluição do ar e explorem padrões de assentamento que facilitem sua implementação.
- Encorajar a localização de novas indústrias, equipamentos públicos e rodovias em áreas bem ventiladas, onde não contamiem vizinhanças comerciais e residenciais sob condições prevalentes de ventos ou de inversões térmicas.
- Localizar parques e outras áreas verdes abertas de modo a preservar o fluxo de ar fresco em direção à cidade, melhorar a ventilação e dispersar e remover os poluentes.
- Explorar o potencial do plantio de árvores em larga escala dentro da cidade para diminuir o efeito de ilha de calor no verão e mitigar os problemas dos ventos.

Qualquer novo edifício, rua, via expressa e parque dentro da cidade deve ser projetado de forma a evitar impactos negativos sobre o clima e a qualidade do ar da área circundante e, sempre que possível, mitigá-los. Qualquer projeto, mesmo o mais modesto, deve:

- Tratar da relação de sua localização com os problemas críticos do clima e da qualidade do ar da cidade como um todo, bem como com aqueles da poluição e da vizinhança imediata.

- Explorar os aspectos climáticos regionais e da cidade como um todo que possam ser usados na solução dos problemas acima.
- Localizar os *playgrounds*, ciclovias, pistas de corrida, trilhas e áreas de lazer distantes das vias arteriais, das vias expressas e de outras fontes de poluição.
- Manter um recuo em relação às principais vias e rodovias com base no volume do tráfego e nas direções predominantes dos ventos.
- Explorar as oportunidades de conservação passiva de energia no projeto e localização dos edifícios e parques.
- Orientar os edifícios, ruas e parques para a canalização das brisas descaídas e o bloqueio dos ventos indesejáveis.
- Utilizar materiais de construção e de paisagem para a criação de um micro-clima desejável – tanto para captar e reduzir a absorção de calor, como para aumentar ou diminuir a velocidade do vento.

Toda cidade deve pesar as consequências decorrentes de ignorar as preocupações com o clima e os benefícios potenciais de uma cidade confortável com ar mais limpo contra os custos da implementação de tais estratégias. A mudança do clima ou mesmo dos padrões de ventilação dentro de uma cidade é uma tarefa ambiciosa e opressiva. Isso foi feito, mas tem mais possibilidade de ser realizado apenas onde a poluição do ar é um problema de saúde pública de significado amplamente reconhecido, como em Siuigart. A oportunidade e o impacto potenciais são maiores nas cidades novas ou de crescimento rápido, com problemas de poluição graves ou previsíveis, como Tucson, no Arizona, ou Denver, no Colorado. Um desenvolvimento não-acompanhado em fundamental a realização de planos cuidadosos para o futuro crescimento urbano que inclua a busca de alternativas ao automóvel particular, assim como a localização crítica de indústrias e vias expressas em relação aos bairros residenciais e aos aspectos topográficos que favoreçam a dispersão da poluição.

Para as cidades mais antigas ou para aquelas com problemas menos graves, é mais viável a mudança urbana passo a passo, enquanto partes da cidade são alteradas ou reconstruídas. Aqui, é mais prático focalizar as áreas mais críticas da cidade: os pontos mais desconfortáveis ou mais contaminados e os espaços públicos mais importantes ou os usados por um número maior de pessoas. Estes podem ser reprojados para se tornarem mais saudáveis, mais confortáveis tanto no verão quanto no inverno, e para que seu uso termine mais cedo na primavera e mais tarde no outono. O conhecimento e a tecnologia existem: os custos para as melhorias, quando combinados com novas construções, são pequenos. Os custos econômicos e sociais da desconstrução desses problemas são altos.

Parte III

TERRA

As cidades são estruturas frágeis, equilibradas na crosta da terra, expostas ao lento mas inexorável processo de erosão e sedimentação, vulneráveis a cada tremor das violentas forças subterâneas e dependentes de recursos minerais decrescentes. O alcance do tempo geológico engana a memória humana e permite a ilusão de que o homem está no controle. A natureza intermitente dos eventos cataclísmicos leva à complacência. Os resultados dos processos geológicos são mais bem apreciados por uma visão geral que abrangia um período de muitas gerações humanas.

O declínio de muitas cidades antigas é agora creditado tanto às forças geológicas quanto às sociais: à sedimentação e à salinização do solo; aos repletos terremotos, deslizamentos e afundamentos; ao esgotamento de recursos. Na construção e manutenção de cidades, os seres humanos assumiram um papel dominante como agentes geológicos. A topografia das cidades é constantemente modificada. Colinas são niveladas, baixos aterrados, cursos d'água dragados. Os edifícios criam uma nova topografia, e a pavimentação, uma nova superfície do terreno. Os buracos perfurados para poços, fundações e túneis fazem uma nova conexão direta entre a superfície do solo e o subsolo rochoso. Feitas para o benefício da sociedade, estas atividades podem ativar ou acelerar forças geológicas, precipitando desastres. A Cidade do México afundou 7,5 m, muitas vezes à razão de meio metro por ano. A causa disso é a extração de água do subsolo. A retirada da água do subsolo também causou o afundamento de 77 km² da baía de Tóquio até 2 m abaixo do nível do mar, expondo os 2 milhões de pessoas que ali vivem a enchentes e fura-

cões devastadoras. A irrigação e a infiltração de tubulações e fossas podem provocar grandes deslizamentos em encostas instáveis, soterrando casas e interrompendo o fornecimento de eletricidade, gás e água. As cidades degradam ou destroem os recursos geológicos dos quais dependem. A cidade cresce em resposta a pressões sociais e econômicas com pouca atenção aos elementos minerais subjacentes. Como resultado, temos um crescente aumento dos custos, quando esses recursos se tornam inacessíveis ou esgotados e precisam ser importados.

Apesar de ser bastante grande o conhecimento da geologia da cidade, este é empregado principalmente para vantagens imediatas: projetar e construir fundações de edifícios e rodovias, explorar minerais que apresentem interesse de mercado momentâneo e corrigir danos causados por deslizamentos, afundamentos e terremotos, depois que eles acontecem. Raramente ele é aplicado na prevenção de desastres, na conservação dos recursos minerais para as futuras gerações e na disposição segura dos resíduos urbanos. Resultado: riscos crescentes, recursos depauperados e custos crescentes para cada morador da cidade.

SOLO INSTÁVEL

A solidez do solo é uma ilusão. A qualquer momento, grandes blocos de "sólido" terreno podem rachar, deslocar-se, escorregar, deslizar, inchar ou afundar. É principalmente através do movimento do solo que as forças geológicas causam morte e destruição. Riscos geológicos são um problema multibilionário. Terremotos, deslizamentos, erosão, elevação do solo, erupções vulcânicas e afundamentos vão custar 32 bilhões de dólares entre 1970 e o ano 2000, apenas no Estado da Califórnia. Os riscos aumentam quando o homem não é suficientemente sábio para ocupar terrenos particularmente instáveis ou ativar processos dormientes. As cidades são mais vulneráveis que o campo aos terremotos, deslizamentos, afundamentos e outros riscos. Quando eventos catastróficos ocorrem em áreas densamente ocupadas, os riscos de acidente pessoal e danos à propriedade são insustentáveis.

Os terremotos destroem edifícios, arrebuam calçamentos, interrompem as linhas telefônicas e os encanamentos de água e de gás. Mataram 350 mil pessoas e causaram danos a propriedades no valor de 10 milhões de dólares durante o período de 25 anos, entre 1926 e 1950, em todo o mundo. Danos e mortes por terremotos aumentam com a densidade da edificação e da população. Os grandes terremotos do passado, como o de San Francisco, em 1906,

1. John T. Alford, John L. Burrell e Thomas E. Guy, Jr., "Urban Geology Master Plan for California - A Summary", em R. O. Uligard, G. D. McKenzie e D. Folley (eds.), *Geology in the Urban Environment*, Minneapolis, Burgess, 1978, p. 326.
2. David Leveson, *Geology and the Urban Environment*, Nova Iorque, Oxford University Press, 1980, p. 131.

podem ser muito mais destrutivos nas grandes e populosas cidades de hoje. Todavia, o risco potencial é particularmente alto em cidades como Boston ou Charleston, na Carolina do Sul, onde os riscos do terremoto não são reconhecidos pela maioria dos moradores. Apesar de a atividade sísmica ser maior e os terremotos mais frequentes em Seattle, San Francisco e Los Angeles, Boston e Charleston também vivem grandes terremotos e correm o risco de sofrer outros no futuro (ver Fig. 4.1). Alguns geólogos acham que os terremotos do século passado no Missouri foram dos maiores já ocorridos nos Estados Unidos. Três terremotos, entre 1811 e 1812, mudaram o curso do rio Mississippi. "Toda a terra se moveu e ondulou como as ondas do mar, com as explosões e rompimentos do solo grandes fissuras se formaram, algumas das quais se fecharam imediatamente, enquanto outras eram de larguras variáveis, chegando a 10 m", escreveu um observador contemporâneo.

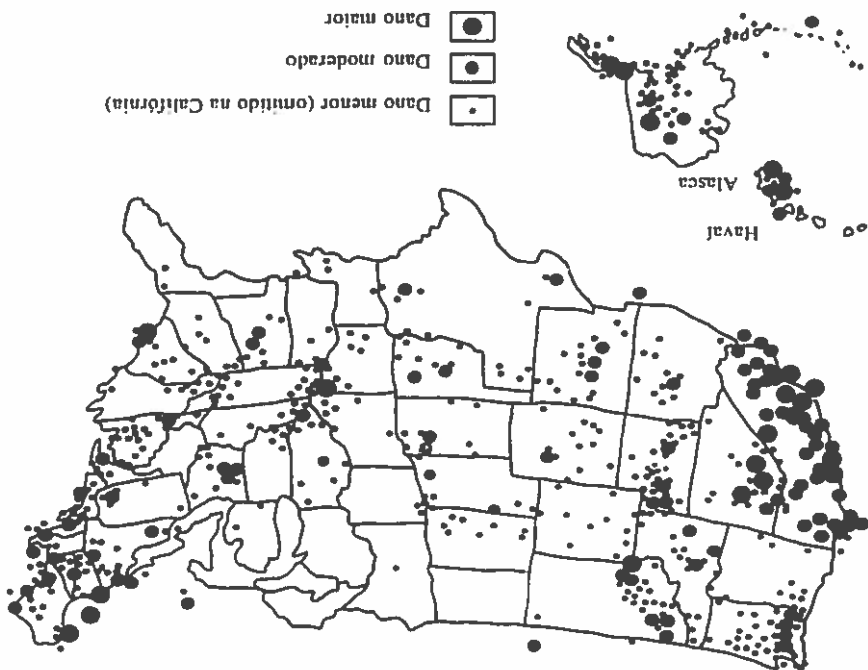


Fig. 4.1. Mapa dos danos causados por terremotos registrados nos Estados Unidos, mostrando grandes aglomerações ao longo da costa do Pacífico, em torno de Boston e no sudeste do Missouri.

3. Gary B. Griggs e John A. Gilchrist, *Geologic Hazards, Resources, and Environmental Planning*, Belmont, Calif., Wadsworth, 1983, p. 19.

os tremores de terra causaram mais de 21 bilhões de dólares em danos entre 1970 e o ano 2000, excetuando em muito as perdas de qualquer outro risco geológico nesse Estado.

Em 1906, o terremoto de San Francisco deslocou o solo em mais de 6 m ao longo de partes da falha de San Andreas. Cursos d'água foram modificados, casas desabaram e obras de infra-estrutura, danificadas. O solo ao longo da falha de uma falha pode se mover horizontal ou verticalmente! pode se mover gradualmente ou rápida e violentamente! Treze metros foi o maior deslocamento já registrado durante um único terremoto! Casas, escolas e hospitais construídos sobre uma falha ativa ou junto a ela correm o risco de danos por deslocamento de solo – o simples movimento de alguns centímetros pode ter um efeito catastrófico. Muitos conjuntos habitacionais, edifícios públicos e escolas na Califórnia estão localizados sobre falhas ativas. Como em 1969, dois hospitais e nove escolas localizavam-se em cima da falha de Hayward, entre as cidades de Berkeley e Hayward, na Califórnia. O movimento ao longo das falhas de falha rompe os encanamentos de gás, água e esgoto, criando riscos de incêndio e de epidemias depois de um terremoto.

Noventa por cento das mortes por terremoto em 1964, no Alasca, foram causadas pelos tsunamis, ondas do mar geradas por terremotos ou erupções vulcânicas. Os tsunamis podem alcançar mais de 30 m de altura, deslocando-se a 600 e até a 800 km/h, podendo atingir litorais distantes em questão de horas. Quando os tsunamis atingem planícies costeiras, podem penetrar 1 km ou mais terra adentro, elevar-se a mais de 8 m de altura acima do nível do mar, destruindo tudo em seu caminho. Os tsunamis podem ser gerados por terremotos a milhares de quilômetros de distância. Ondas originárias do terremoto do Alasca em 1926 devastaram as áreas costeiras de Hilo, no Havaí, destruindo as casas diante dessa baía, carregando os trilhos da ferrovia, soterrando as rodovias costeiras e arrastando partes de uma ponte ferroviária metálica cerca de 300 m terra adentro. A catástrofe, que veio sem nenhum aviso, custou ao Havaí 150 vidas e 25 milhões de dólares em danos materiais.

O terremoto de San Fernando de 1971 atingiu uma parte densamente povoada da Califórnia, custando 65 vidas e 500 milhões de dólares em danos materiais. Felizmente, o terremoto aconteceu nas primeiras horas da manhã; algumas horas mais tarde, as perdas de vida poderiam ter sido bem mais significativas. As edificações de alvenaria construídas antes de 1923 sofreram os maiores danos, embora estruturas mais novas, projetadas de acordo com os códigos de obras mais recentes, também tenham sido danificadas. Quarenta e

5. Atiles, Burnett e Gay, *op. cit.*, p. 326.
6. D. R. Nichols e J. M. Buchanan-Banks, "Seismic Hazards and Land-Use Planning", em Uigard, McKenzie e Foley (eds.), *Geology in Urban Environment*, p. 89.
7. Gligo e Gligo, *Geologic Hazards*, p. 15.
8. *Idem*, p. 42.
9. *Idem*, p. 268.

quatro pessoas morreram no Hospital dos Veteranos de Sylmar (Fig. 4.2), quando as estruturas centrais, construídas em 1926 em alvenaria não-reforçada, caíram "como engRADADOS de laranjas"¹⁰. As estruturas externas do hospital, construídas em 1937 e 1947, depois das mudanças no código de obras, foram pouco danificadas. Edifícios escolares mais antigos foram também afetados e condenados, mas mesmo edifícios construídos de acordo com os códigos de obras mais recentes foram seriamente danificados. Três escadarias de cinco pavimentos do então recente Hospital Olive View deslocaram-se do edifício principal e ruíram. Rodovias e passarelas através da área de San Fernando partiram-se e desabaram. A rede de água rompeu-se em 1400 lugares¹¹. Tendo acontecido cerca de quarenta anos depois de os códigos de obras terem sido adaptados aos riscos sísmicos, a destruição causada pelo terremoto de San Fernando foi moderada.

Muitos edifícios existentes em cidades sujeitas a terremotos não resistiram a um grande terremoto. Mesmo um terremoto moderado poderá destruir estruturas frágeis. Se casas, hospitais e escolas continuarem a ser construídos em áreas de risco, sedifícios pouco resistentes não forem removidos ou reforçados, se redes rígidas de obras de infra-estrutura não forem substituídas por outras mais flexíveis, ou se represas e reservatórios antigos e pouco resistentes não forem reforçados, os danos de futuros terremotos poderão ser catastróficos.

Os deslizamentos são mais disseminados e mais frequentes do que os terremotos, com danos que atingem anualmente, só nos Estados Unidos, mais de 1 bilhão de dólares¹². Durante o inverno de 1977-1978, os deslizamentos causaram 50 milhões de dólares de prejuízos, apenas na cidade de Los Angeles¹³. Os deslizamentos ocorrem em encostas acenadas e em encostas suaves, e consistem em quedas, afundamentos, deslizamentos e escorregamentos que podem atingir uma cidade inteira em minutos ou levar anos para descerem uma encosta.

Locais de deslizamentos ocorridos há milhares de anos, em equilíbrio precário, podem mover-se novamente se forem perturbados. Os deslizamentos podem ser desencadeados por causas naturais como terremotos, infiltração de águas subterrâneas ou precipitação abundante de chuvas, mas nas cidades são causados geralmente por atividades humanas, quando acentuam as encostas, sobreexarregam ou debastam encostas instáveis ou alteram as condições das águas subterrâneas. O aterro para um quintal ou uma nova rua, a irrigação de gramados, a infiltração de efluentes de esgotos em fossas ou sistemas de es-

10. Robert Incepi, *Earthquake Country*, Menlo Park, Calif., Lane Books, 1973, p. 37.

11. Griggs e Gilchrist, *op. cit.*, p. 45.

12. Robert W. Fleming, David J. Varnes e Robert L. Schuster, "Landslide Hazards and Their Reduction", *Geological Survey Yearbook*, Washington, D. C., U.S. Geological Survey, 1974, p. 14.

13. Griggs e Gilchrist, *op. cit.*, p. 153.

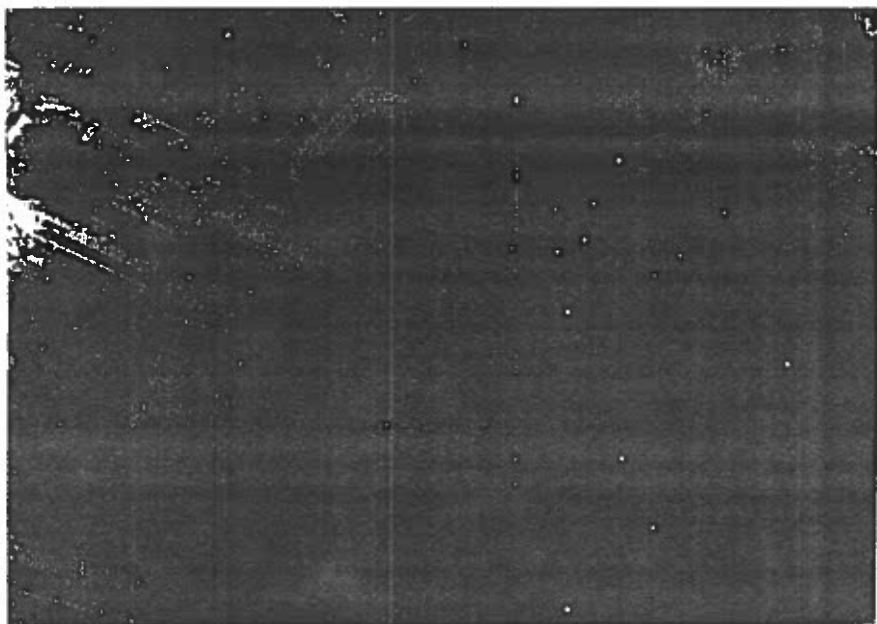


Fig. 4.2. Hospital de Administração dos Veteranos em Sylmar, na Califórnia, danificado pelo terremoto de San Fernando de 1971. As estruturas centrais destruídas foram erguidas em 1926; as estruturas exteriores intactas foram construídas posteriormente, depois que os códigos de obras passaram a requerer estruturas resistentes a terremotos (Foto: Los Angeles Times).

gotos defeituosos podem converter uma encosta relativamente estável numa área sujeita a deslizamento. Noventa por cento dos deslizamentos na Califórnia e no município de Allegheny, na Pensilvânia, por exemplo, foram atribuídos a atividades humanas¹⁴.

Nos anos 60, a justiça da Califórnia declarou um deslizamento como sendo um Ato do Homem, ao invés de um Ato de Deus, responsabilizando o Departamento de Estradas de Rodagem do município de Los Angeles pela reativação de um antigo deslizamento em Portuguesa Bend e obrigando-o a reparar os danos a uma associação de proprietários. Os moradores construíram casas nesse antigo deslizamento, no início dos anos 50. A água da irrigação dos gramados e efluentes de fossas provavelmente aumentaram a instabilidade da encosta, criando condições para maiores deslizamentos. Quando, em 1956, o Departamento de Estradas de Rodagem do município de Los Angeles estava construindo uma nova rodovia na parte de cima da Portuguesa Bend, toda a encosta de 40 ha começou a se mover. Com o movimento da en-

costa, os canos de água e de esgoto se romperam, umedecendo a encosta. Dez-
zoito anos mais tarde, o deslizamento tinha se movido 70 m. Ele continua a se
mover cerca de 3 m por ano, e sobram apenas poucas casas. Naquela época o
deslizamento poderia ter sido evitado; o custo de detê-lo agora é estimado em
10 milhões de dólares¹⁵.

Os solos que se dilatam são os riscos mais onerosos e generalizados e
danificam ruas e calçadas das cidades: um aumento de 3% no volume do solo
danifica os alicerces; alguns solos se expandem mais de 50%. Os custos de
reparação de uma estrutura danificada podem equivaler à metade dos custos
iniciais da construção. Os prejuízos causados numa escola em Denver, por
exemplo, custaram aos contribuintes aproximadamente a metade do seu custo
inicial, 1,5 milhão de dólares¹⁶.

A cada ano, solos que encolhem ou se dilatam provocam um prejuízo de no mínimo 2,3
milhões de dólares em casas, edifícios, rodovias e tubulações — mais que o dobro dos danos
causados por inundações, furacões, tornados e terremotos [...]. Durante o tempo de vida médio
de um americano, 14% de toda a terra do país serão devastados por terremotos, tornados e
inundações — mais de 20%, porém, serão afetados pelos movimentos do solo em expansão. [...] Mais de 250 mil novas casas são construídas a cada ano em solos que se expandem. Sessenta
por cento terão um pequeno dano durante o seu tempo de vida útil, mas 10% terão prejuízos
significativos — alguns irreparáveis. [...] Uma pessoa em dez é afetada por enchentes; uma em
cinco, porém, é afetada por solos em expansão¹⁷.

Argilas expansíveis formam uma camada subjacente em 20% do solo
nos Estados Unidos (ver Fig. 43), incluindo todas as maiores cidades do
Colorado. Cidades como Denver, com pronunciadas estações secas e chuve-
sas, onde a umidade do solo oscila muito, têm os maiores problemas de solo
expansível, porque os solos de argila encolhem e se dilatam em consequência
da umidade. A maioria dos arranha-céus das cidades têm fundações bem pro-
jetadas, mas muitas casas, escolas e pequenas estruturas comerciais são cons-
truídas em solos expansíveis, sem nenhuma precaução apropriada.
Em décadas, o solo sob uma região metropolitana inteira pode ruir gra-
dualmente. Um simples edifício ou rua pode desaparecer num buraco, da noite
para o dia. O afundamento do solo é frequentemente efeito direto das atividades
des humanas: extração de petróleo, gás e água de lençóis freáticos; mineração
subterrânea de carvão ou pedras; e construções em aterros não-consolidados;
Long Beach, na Califórnia, afundou 9 m (Fig. 44); Houston, no Texas, 3 m, e
a Cidade do México, mais de 7,5 m, ocasionalmente à razão de 60 cm por ano.
A extração de petróleo, gás e água do subsolo diminui a pressão nas rochas sob
essas cidades, provocando sua compactação. Em cidades interiores, o dano

15. Bolt et al., *Geological Hazards*, p. 96.
16. Stephen S. Hunt, "Potentially Sensitive Soil and Rock in the Front Range Urban Corridor", em *Geology in Urban Environment*, Ulgard, McKenzie e Foley (eds.), p. 113.
17. D. E. Jones, Jr. e W. C. Holiz, "Expansive Soils — The Hidden Disaster", *Civil Engineering*, (43), 49, 1973.

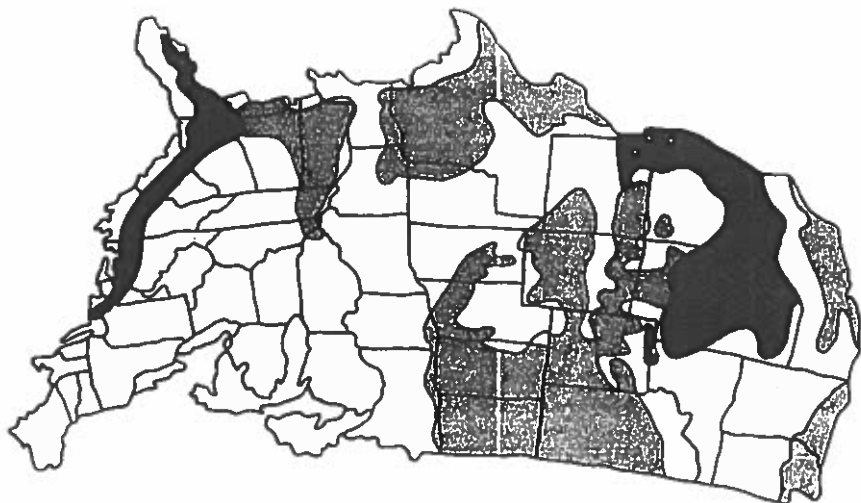


Fig. 4. Mapa que mostra as áreas dos Estados Unidos sujeitas a solos expansivos. Infilando a cada ano mais danos materiais do que qualquer outro risco natural, os solos expansivos são, todavia, um problema frequentemente não-reconhecido.

limita-se principalmente aos alicerces das estruturas e às obras de infra-estrutura. Nas cidades costeiras, os resultados podem ser catastróficos. A maior parte de Long Beach estava inicialmente apenas 1,5 a 3 m acima do nível do mar, dessa forma o afundamento de cerca de 9 m deixou a maior parte dessa área abaixo do nível do mar. As estruturas portuárias, as ruas e as indústrias foram inundadas por uma maré alta. Os oleodutos foram retorcidos, e as fundações, cisalhadas. Os danos foram remediados, mas a um custo tremendo. Diques foram construídos para conter o oceano, e algumas estruturas foram erguidas, a um custo total de mais de 100 milhões de dólares¹⁸. Veneza, na Itália, construída sobre bancos de areias, apenas alguns centímetros acima do nível do mar, foi por muito tempo castigada por enchentes. O bombeamento da água do subsolo pelas indústrias próximas na terra firme acelerou o afundamento de Veneza neste século, agravando o já sério risco de enchentes. Partes de Veneza ficam agora submersas nas marés altas, e, em 1966, mais de cempestades inundaram 80% da cidade, danificando sua arquitetura e destruindo grande parte de suas

18. J. F. Poland e G. H. Davis, "Land Subsidence Due to Withdrawal of Fluids", *Reviews in Engineering Geology*, (2): 210, 1969

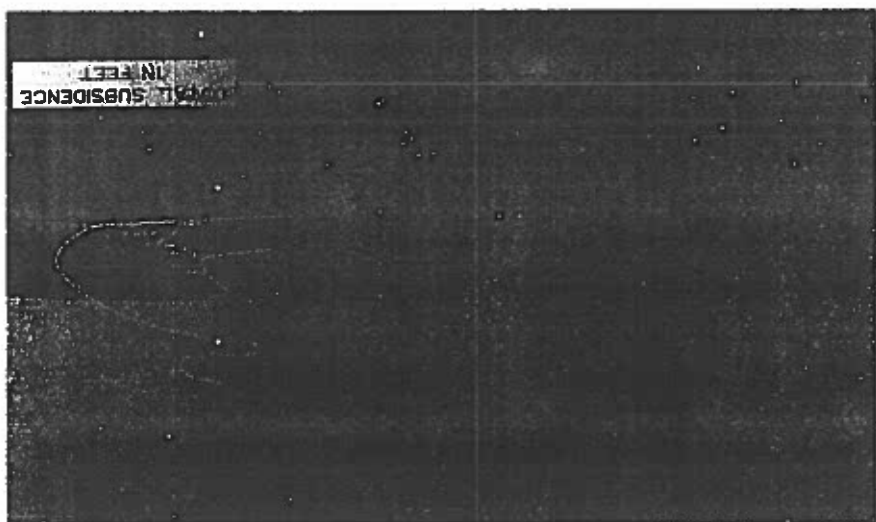


Fig. 4.4. Vista de Long Beach, na Califórnia, mostrando o grau de afundamento do solo desde 1920 causado pela extração de petróleo e gás. Os números indicam quantos metros o solo afundou. Partes do porto mergulharam cerca de 8,8 m e estão agora abaixo do nível do mar, protegidos contra a inundação por dispendiosos diques.

obras de arte. Depois da enchente de 1966, o bombeamento de água do subsolo foi interrompido, e projetos foram implementados para estabilizar o afundamento. Setenta e sete quilômetros quadrados de Tóquio ao longo da baía de Tóquio afundaram até 2 m abaixo do nível do mar, também como resultado da extração da água subterrânea. A cidade constituiu diques em torno de toda a área e restringiu o bombeamento da água subterrânea, mas os 2 milhões de pessoas que vivem a leste de Tóquio ainda estão ameaçadas por vagas de tempestades, furacões e tsunamis e pelo risco da ruptura dos diques durante um terremoto¹⁹. Muitas cidades, como Denver e Pittsburgh, cresceram em regiões de mineração e, desde então, têm-se expandido sobre essas antigas áreas. Infelizmente, os antigos mapas de minas muitas vezes não são precisos e raramente mostram a extensão real das áreas lavradas; muitas dessas antigas minas não estavam bem escoradas e são agora instáveis. Edificações, ruas e obras de infra-estrutura desaparecem dentro de crateras quando o solo desaba numa dessas áreas de mineração. Em 1977, uma garagem em Youngstown, Ohio, desapareceu quando o solo sobre uma mina de 70 m afundou; 23 casas foram destruídas ou danificadas em 1963, quando o solo desabou sobre uma mina na Pensilvânia²⁰.

19. Leveson, *Geology and Urban Environment*, p. 255.
20. Griggs e Gilbert, *op. cit.*, pp. 219-220.

Desabamentos repentinos também ocorrem em cidades com subsolo formado de pedra calcária. Sumidouros aparecem onde porções de calcário são dissolvidas pela água, frequentemente como resultado das atividades humanas, como a extração da água subterrânea e sistemas de água e drenagem precários. Somente no Estado do Alabama, os seres humanos causaram o aparecimento de 4 mil sumidouros desde 1900²¹.

A medida que crescem, as cidades expandem-se sobre terras conquistadas a antigos pantanos e alagadiços, locais de antigas edificações e depósitos de lixo. Em cidades costeiras, como Boston, a metade da área central deve ter sido construída sobre aterros, cuja estabilidade depende dos seus conteúdos e do tempo que ali estão. Lixo, entulho e madeira de antigos cais e barcos afundados decompõem-se em tempos diversos e podem causar afundamentos por muitos anos ainda. Na região da baía de San Francisco, um terço da área original da baía foi aterrada desde 1849²². O material de aterro original consistia em refugos, velhos barcos, entulho, cujos diferentes níveis de assentamento logo causaram rachaduras, inclinação e desabamento dos edifícios. Entre 1864 e 1964, o aterro junto à Market Street, em San Francisco, acomodou-se aproximadamente 2,7 m. Cidades inteiras ou partes de cidades na Holanda e no Japão são construídas em áreas aterradas. Os edifícios inclinados, escorados por contrafortes, uma visão comum em Amsterdã, comprovam o assentamento em aterros saturados de água.

Todas as cidades têm partes assentadas sobre solos instáveis, mas estes não estão distribuídos uniformemente de cidade para cidade e de país para país. O tipo e a formação das rochas sob a cidade, sua localização fisiográfica, o crescimento histórico, a localização, o projeto e os materiais de suas edificações, ruas e obras de infra-estrutura, tudo isso determina a extensão dos riscos aos quais os moradores de uma cidade estão expostos. Infelizmente, riscos geológicos raramente ocorrem de modo isolado. Cidades sujeitas a terremotos, por exemplo, frequentemente têm uma combinação de outros problemas geológicos, inclusive deslizamentos e afundamentos.

RECURSOS DILAPADOS

Os recursos minerais não são renováveis, e depósitos de alta qualidade que podem ser extraídos economicamente são limitados. Eles não estão distribuídos uniformemente através da paisagem; resultado de processos geológicos antigos, sua localização é bastante variável, mas previsível. A importância do petróleo, gás, carvão e minério de ferro é largamente reconhecida, mas poucos sabem que o segundo maior negócio de mineração nos Estados Uni-

21. *Idem*, p. 216.
22. *Idem*, p. 225.

dos é a extração de areia e cascalho. As cidades usam areia, cascalho e brita em quantidades enormes. Juntos, esses materiais compõem 95% do asfalto das estradas e dos estacionamento, 75% do concreto armado usado nos ali-cerces, edifícios e passios. Uma casa comum requer 50 a 100 t de areia e cascalho. Nos Estados Unidos, o uso *per capita* de areia e cascalho em 1970 foi de 5 t²³.

Muitas cidades desconhecem seus recursos agregados, perdidos inconscientemente sob as moradias e ruas. Outras comunidades são mais conscientes de seus recursos não-aproveitados, mas relutam em permitir sua exploração. Operações de extração nas pedreiras e comunidades locais estão geralmente em disputa; de vez em quando, toda cidade de uma região metro-politana, baixa um decreto proibindo a abertura de novas pedreiras. As consequências de tais atitudes afetam a todos, diretamente, através do custo crescente das novas habitações ou, indiretamente, através de impostos mais altos para a construção e a manutenção das ruas.

O transporte responde pela maior parte do custo da areia, do cascalho e da brita. Transportar areia ou agregados por mais de 30 km pode dobrar seu custo, e 55 km é geralmente a distância máxima economicamente viável para o transporte de areia e cascalho²⁴. Dessa forma, os depósitos mais valiosos, aqueles próximos à cidade, são também os que apresentam maior conflito com a urbanização. Em Denver, Colorado, 58% dos recursos de areia e cascalho, num raio de 24 km do centro, são inacessíveis, seja porque foram ocupados por edificações, seja porque estão próximos demais de áreas residenciais para se permitir a mineração²⁵. A Califórnia estima que a perda dos recursos de areia e cascalho devido à urbanização custaria ao Estado 17 bilhões de dólares entre 1970 e o ano 2000 (aproximadamente três vezes as perdas estimadas com enchentes), um dado baseado nos custos crescentes dos transportes, no custo da realocização das operações de mineração e nos custos adicionais dos processamentos requeridos pelo uso de depósitos de qualidade inferior²⁶.

SOLO CONTAMINADO E COMPACTADO

O solo é, cada vez mais, um depósito de resíduos tóxicos. Lixo e resíduos perigosos são enterrados — invisíveis, mas com efeito de longo alcance. A fúlgem e a poeira tóxica do ar da cidade depositam-se no solo; metais pesados e resíduos de gasolina e óleo, borracha pulverizada dos pneus de automóveis e sais do degelo envenenam o solo próximo às ruas. Pesticidas e resi-

23. Leveson, *Geology and Urban Environment*, p. 105.
24. Craiggs e Gilchrist, *Geologic Hazards*, t. 380.
25. *Ibidem*.
26. Alters, Burnett e Gay, *op. cit.*, p. 326.

duos de tinta contaminam o solo em volta dos edifícios e nos terrenos baldios; resíduos tóxicos contaminam o solo de setores industriais e aereos.

A terra sempre serviu como receptáculo para os resíduos humanos, e as cidades modernas que ocupam áreas de cidades antigas são construídas sobre os montes de lixo de suas predecessoras. Encontrar um local adequado para o lixo sempre foi um problema para as cidades, como é testemunhado por uma inscrição mural em Afrodisias (cerca de 325 d.C.): "Quem aqui alitar lixo sofrerá a maldição dos 318 pais da pátria"²⁷, mas o problema intensificou-se atualmente devido à magnitude dos detritos urbanos e de sua toxicidade. Três quartos do lixo gerado diariamente nos Estados Unidos são levados para depósitos a céu aberto, onde são queimados ou empilhados²⁸. Tais depósitos representam um risco para a saúde, não apenas durante sua operação, mas por muitos anos ainda. A água que se infiltra no solo e atravessa os depósitos contaminam os lençóis d'água; o gás metano, que se forma quando o material orgânico se decompõe, atinge níveis perigosos de concentração quando fica abafado e, junto com o dióxido de carbono, envenena as plantas. Mas é a disposição de resíduos perigosos que se tornou uma das questões mais polêmicas nos tempos modernos. Uma quantidade imensa de antigos depósitos está enterrada sob a superfície de muitas cidades, especialmente nas áreas industriais mais antigas. Onde esses depósitos abrigam produtos químicos tóxicos e materiais radioativos, e onde sobre eles foram construídas habitações e escolas, têm havido tragédias consecutivas: aumento de abortos e defeitos congênitos, sempre os contaminantes permanecem localizados; frequentemente, eles são transportados pela água e pelo ar, vindo a afetar uma população bem maior (ver Cap. 12).

A toxicidade do solo ao longo das vias pode não ser tão alta quanto a dos antigos depósitos de lixo industrial, mas é de longe a mais importante (ver Tab. 4.1). O solo adjacente a uma rua movimentada da cidade pode conter trinta vezes mais chumbo que um solo afastado da rua nos seus 5 cm superficiais²⁹. A distribuição de chumbo no solo ao longo das ruas é determinada pelos mesmos fatores que influenciam a concentração de chumbo no ar junto às ruas: o volume e a velocidade do tráfego, a distância em relação à rua, a velocidade e a direção do vento. Alguns efeitos se estendem a mais de 250 m da rua, mas a maior influência está num raio de 50 m, e os primeiros 10 m são, de longe, os mais contaminados³⁰. O sal e outro contaminante comum do solo junto às ruas nas cidades, onde o sal ou a areia calcária são aplicados

27. Elizabeth Shreeve, comunicação pessoal.

28. Griggs e Gitchris, *op. cit.*, p. 360.

29. William H. Smith, "Lead Contamination of the Roadside Ecosystem", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (26): 763, 1976. (As medidas são dadas em metros quando a fonte original for em metros e o arredondamento puder distorcer os dados.)

30. *Ibidem*.

Tabela 4.1. Concentração de Elementos na Poeira de Rua de Urbana, Illinois

| Elemento | µg/g | Elemento | µg/g |
|-----------|------------|-----------|--------------|
| Manganes | 350 ± 30 | Urânio | 3,5 ± 0,7 |
| Zinco | 320 ± 30 | Samário | 3,4 ± 0,5 |
| Bário | 310 ± 54 | Cálcio | 2,7 ± 0,5% |
| Níquel | 250 ± 60 | Antimônio | 2,2 ± 0,3 |
| Estânciao | 250 ± 50 | Cádmio | 1,6 ± 0,2 |
| Cromo | 210 ± 20 | Disprósio | 1,6 ± 0,2 |
| Zircônio | 120 ± 14 | Césio | 1,1 ± 0,2 |
| Bromo | 84 ± 7 | Selênio | 1,0 ± 0,3 |
| Cério | 29 ± 1 | Ítrio | 1,0 ± 0,2 |
| Rubídio | 29 ± 5 | Potássio | 0,94 ± 0,13% |
| Ársénico | 11 ± 1 | Sódio | 0,53 ± 0,05% |
| Lantânio | 10 ± 1 | Térbio | 0,44 ± 0,13 |
| Cobalto | 6,8 ± 0,4 | Európio | 0,4 ± 0,03 |
| Ferro | 6,2 ± 0,5% | Prata | 0,2 ± 0,09 |
| Háfnio | 5,0 ± 0,5 | Lutécio | 0,16 ± 0,4 |
| Gálio | 4,9 ± 0,9 | Chumbo | 0,1 ± 0,02% |
| Tório | 4,3 ± 0,3 | Mercúrio | 0,09 ± 0,008 |
| Escândio | 4,2 ± 0,3 | | |

Fonte: Philip K. Kopke, Robert E. Lamb, e David F. S. Natusch, "Multi-elemental Characterization of Urban Roadway Dust", *Environmental Science and Technology*, (14): 165, 1980.

cados nas ruas congeladas durante o inverno. O sal viário contaminou os su-
primentos de águas subterrâneas e liquidou com a arborização das ruas em
muitas cidades da Nova Inglaterra.

A contaminação dos solos junto às habitações é um problema grave, es-
pecialmente nas cidades com muitas edificações de madeira. Pelo fato de se-
rem os quintais urbanos muito pequenos, as áreas de recreação e as hortas são
frequentemente muito próximas dos edifícios; antigos locais ocupados por
construções, transformados em áreas de recreação ou em jardins urbanos, po-
dem conter solos tóxicos. Em 1967, uma pesquisa dos solos dos jardins de
Boston encontrou níveis de chumbo de 200 a 4 mil partes por milhão em dois
terços dos 64 jardins testados³¹. Amostras retiradas de jardins, quintais, praças

31. Thomas M. Spiller e William A. Feder, *A Study of Soil Contamination and Plant Uptake of Lead in Boston's Urban Gardens*, mimeografado, s.d., p. 24.

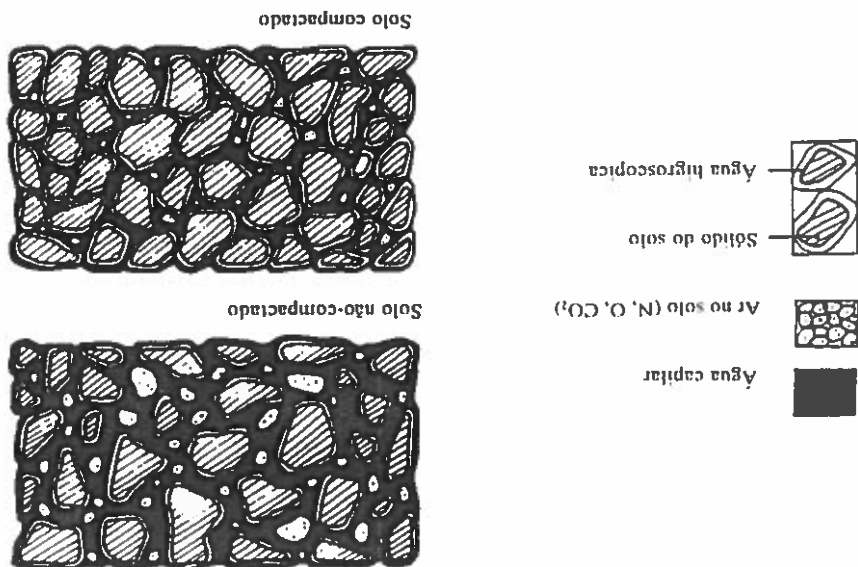


Fig. 4.5. A compactação dos solos urbanos retarda a infiltração e a drenagem da água, inibe a troca de gases, cria um ambiente deficiente em oxigênio, elimina os microrganismos do solo, impede o crescimento das raízes e aumenta a condutividade térmica.

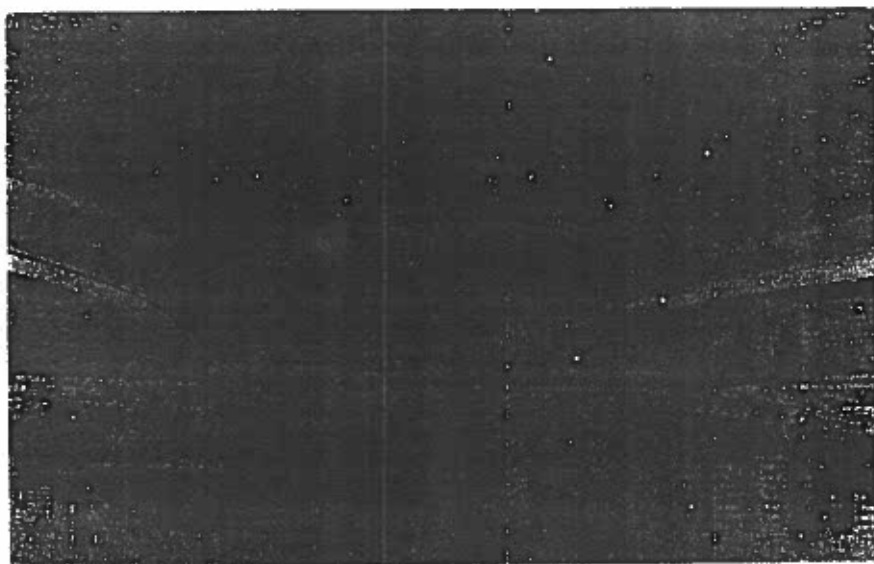
e áreas de recreação registraram oitocentas partes de chumbo por milhão. Essas estatísticas tornam-se aterradoras à luz de estudos que encontram números significativos de chumbo no sangue das crianças quando são expostas a solo ou poeira com mais de mil partes por milhão²². O estudo de Boston identificou quatro ambientes mais prováveis de conter alta taxa de chumbo no solo: áreas adjacentes às ruas principais; áreas adjacentes a estruturas de madeira pintadas com tinta que contenha chumbo; terrenos baldios em locais onde existiram antigas estruturas de madeira; e jardins adubados com esterco que contenha chumbo.

Não apenas a contaminação mas a compactação dos solos priva a cidade de de seus recursos (ver Fig. 4.5). O adensamento dos solos da cidade é uma das principais razões para a perda das árvores nas ruas e nos parques urbanos, e é um dos problemas menos reconhecidos. O peso das edificações, da pavimentação, dos veículos e das pessoas compacta o solo, afetando até os solos dos parques urbanos! A compactação aumenta a quantidade de calor que o solo absorve e armazena, reduz o movimento do ar e da água através dele, inibe o crescimento das raízes e elimina os microrganismos que tornam os nutrientes acessíveis às plantas. Um solo ideal para o crescimento

vegetal é metade solo mineral e húmus e metade espaço poroso preenchido por água e ar. Uma continuidade de pequenos e grandes poros são críticos para a livre movimentação da água, do ar e dos microrganismos através do solo. O espaço poroso é drasticamente reduzido no típico solo urbano compactado, representando apenas 13% do volume total do solo. Milhares de urbanistas compactaram as camadas superiores do solo no Mall em Washington, D.C., conferindo-lhe a densidade do concreto³⁷. Os solos urbanos são recursos ignorados. O Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos mapeou e descreveu meticulosamente os solos através do país, mas essas pesquisas se detêm no limite das áreas urbanas, quando todos os solos são designados como "terra urbana". O uso desse único rótulo para os solos urbanos esconde sua característica primária: a heterogeneidade. Negligenciar os solos urbanos leva a erros graves, constrangedores e dispendiosos (ver Fig. 4.6).

O risco de acidentes geológicos e a perda de recursos minerais estão entre os problemas mais bem documentados e os mais amplamente reconhecidos do ambiente natural das cidades. Contudo, 90% das mortes e a metade dos danos materiais causados por terremotos poderiam ter sido prevenidos com a tecnologia existente. Do mesmo modo, 95 a 99% dos danos causados por deslizamentos e todos os prejuízos causados por afundamentos do solo poderiam ter sido evitados por um melhor planejamento e projetos e construções apropriados. A maior parte dos recursos em areia e cascalho poderiam ser salvos se fossem proibidos até que pudessem ser explorados. Todavia, as políticas e práticas correntes na maioria das cidades intensificam os riscos e aceleram as perdas. Hospitais, escolas e casas são construídos sobre falhas ativas ou perto delas, e grandes conjuntos de apartamentos e de escritórios, em solos instáveis que podem liquefazer-se durante terremotos. Habitações e rodovias são construídas em áreas de antigos depósitos de deslizamentos e ajustadas com plantas que requerem irrigação. Edifícios destruídos por terremotos e deslizamentos são reconstruídos nos mesmos lugares, preparando um cenário para um novo acidente. Regiões metropolitanas inteiras estão afundando, expondo as populações ao risco de inundações e danos materiais. Novas edificações e ruas são planejadas em solo que contém valiosos depósitos de areia e cascalho; habitações contornam pedreiras. Casas e escolas são construídas no alto de antigos depósitos de lixo que contém dejetos perigosos; hortas e áreas de recreação são localizadas em solos contaminados. No século III a.C., Hamurabi da Babilônia prescreveu penas rigorosas para construtores que falassem com suas responsabilidades:

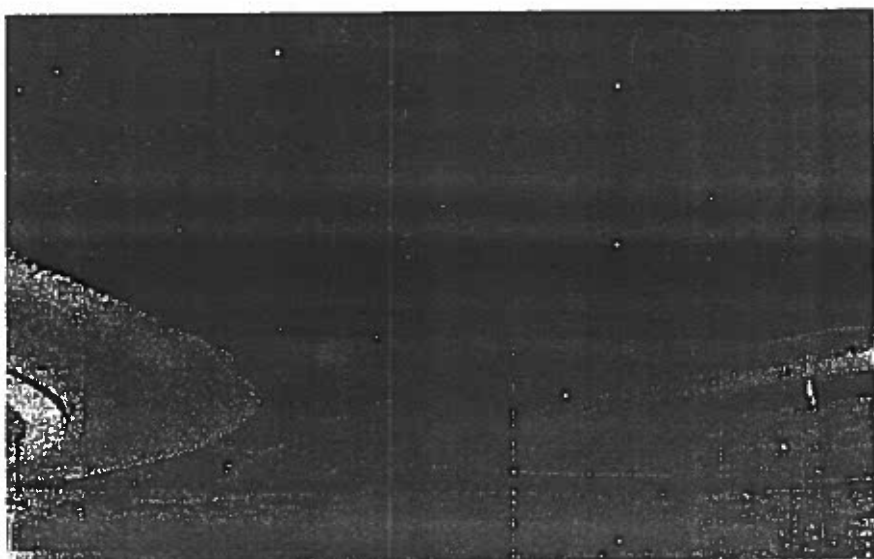
37. James C. Patterson, "Soil Compaction and Its Effects upon Urban Vegetation", em U.S. Forest Service General Technical Report NE-22, *Forest Trees for Metropolitan Landscapes Symposium*, Proceedings, Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1976, p. 97.

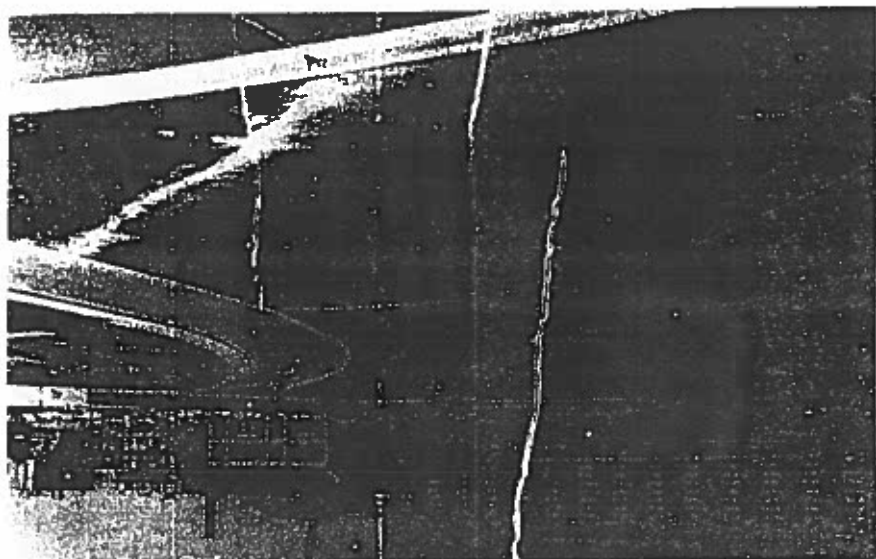


11

Fig. 4 b. Tiradas no decorrer de doze anos, esta série de fotografias demonstra o destino de um projecto paisagístico ganhador de prémios, cujo erro foi não ter levado em consideração as condições do solo subjacente e da drenagem. Uma decalagem generalizada nos solos urbanos é responsável pelas baixas taxas de sobrevivência das árvores e ajardinamentos urbanos.

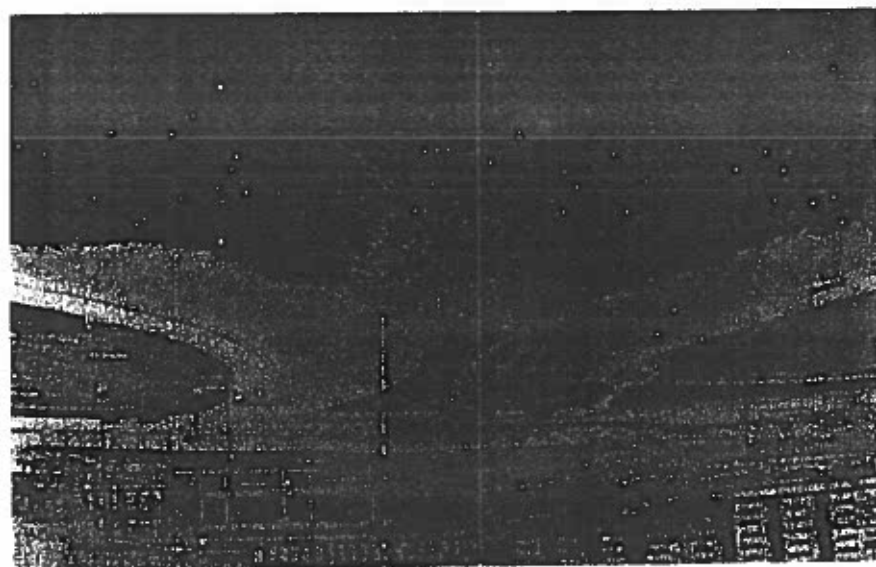
b





p

c



Se um construtor erguer uma casa para um homem e não fizer uma construção firme, e a casa que ele construiu desabar e causar a morte do proprietário da casa, o construtor deverá ser condenado à morte [...] Se isto destruir a propriedade, ele deve restaurar tudo o que foi destruído, e pelo fato de não ter construído uma casa sólida e ela ter ruído, ele deverá reconstruir a casa à sua própria custa.³⁴

Nem sempre é possível responsabilizar um único indivíduo por um desastre. A responsabilidade hoje é coletiva. A resistência aos regulamentos de uso dos solos e aos códigos de obras mais rígidos é comum; o custo disso recai sobre todos.

34 Robert Francis Harper, trad. *The Code of Hammurabi*, Chicago, University of Chicago Press e Callaghan & Company, 1904, p. 81.

DESCOBERTA DE SOLOS FIRMES E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS

A terra suporta casas, rodovias, fábricas e linhas de comunicação e energia, e nutre as plantas e o alimento que sustenta a cidade. Cada nação, e em última instância, cada cidade, depende dos recursos geológicos para combustível, metais, minérios preciosos e materiais de construção, e explora a capacidade do solo de acomodar e, em alguns casos, limpar os resíduos. Os construtores das cidades antigas frequentemente exploravam a topografia para assegurar a proteção e valorizar os monumentos de suas sociedades. Sua habilidade, exemplificada na localização da Acrópole de Atenas, hoje admirada. O calcário, tijolo ou granito de uma determinada localidade tem uma cor característica e leva a formas de construção específicas, em virtude de suas diferentes resistências, formas e tamanhos. As cidades construídas com pedras locais têm uma identidade distintiva: o calcário de Jerusalém e de Paris, o tijolo vermelho da velha Filadélfia, o granito de Edimburgo. A informação necessária para proteger a cidade contra os riscos geológicos e conservar e restaurar seus recursos é obtida atualmente com uma rapidez maior que nunca. Os processos pelos quais os riscos geológicos surgem e as maneiras pelas quais podem ser intensificados pelas atividades humanas são bem conhecidas. A localização tanto dos riscos geológicos como dos recursos geológicos é facilmente identificável, e seu risco e valor relativos, incluídos de avaliar. Os meios efetivos de prevenir ou diminuir as perdas, incluindo a determinação adequada dos usos do solo, o projeto e a implantação cuidadosos dos edifícios, das ruas e do paisagismo têm sido testados e comprovados. A cidade de Los Angeles, por exemplo, foi pioneira em estabelecer

FORÇAS DA TERRA, DA ÁGUA E DA GRAVIDADE

normas de terraplenagem dos terrenos, visando à prevenção dos danos causados por deslizamentos. A Secretaria dos Ciclogos do Estado da Califórnia desenvolveu um plano diretor de geologia urbana que se tornou modelo para outros Estados e comunidades. O Relatório Geológico dos Estados Unidos demonstrou a aplicação da geologia ao projeto urbano em muitos estudos de caso por todo o país. A experiência existe, precisa apenas ser explorada. Todas as cidades têm a responsabilidade pela conservação dos materiais de construção e pela restauração das áreas abandonadas; algumas cidades devem também preservar outros recursos minerais e proteger-se contra riscos geológicos únicos ou múltiplos.

A forma do solo, sua estabilidade e a natureza e localização dos recursos que ele contém são determinadas tanto pelas forças que irrompem do interior da terra como pelas forças que operam em sua superfície. Aquelas que vêm do interior da terra estão quase sempre além do controle humano, e seu mistério ainda não foi totalmente desvendado; em contrapartida, as forças da água e da gravidade que conformam a superfície são facilmente alteradas pelas atividades humanas.

Imensas placas formadas por continentes inteiros percorrem o globo, em constante movimento, elas se chocam ou se dividem; terremotos e vulcões no fundo do mar e na superfície são eventos comuns das fronteiras das placas. A distribuição dos maiores terremotos segue essas fronteiras, na costa do Pacífico da América do Norte e do Sul e ao longo da linha de ilhas que margeiam a costa da Ásia, bem como em outras partes do mundo (Fig. 5.1). As áreas de maior risco de terremotos e erupções vulcânicas são previsíveis; pode-se apenas evitá-las ou minimizar seus prejuízos.

Água e a gravidade, junta, desgastam a superfície da terra, erodindo colinas, transportando sedimentos, preenchendo vales e ampliando as linhas litóricas. A compreensão de como e onde esses processos ocorrem no passado permite aos geólogos prever a localização de recursos minerais relacionados, como depósitos de areia e cascalho, petróleo e gás natural. Os seres humanos frequentemente aumentam a força da água e da gravidade, acelerando a erosão e provocando deslizamentos. Todavia, o efeito humano não precisa ser prejudicial; com um pouco de conhecimento, a água e a gravidade podem ser administradas em benefício do homem. Muitas encostas, solos argilosos e certos terrenos estão em equilíbrio precário. Em cada caso, é necessário entender os fatores que podem manter ou aumentar essa estabilidade. Em áreas sujeitas a deslizamentos, por exemplo, a estabilidade é aumentada drenando-se a encosta, mantendo-se uma densa cobertura vegetal e evitando-se a criação de taludes acenados.

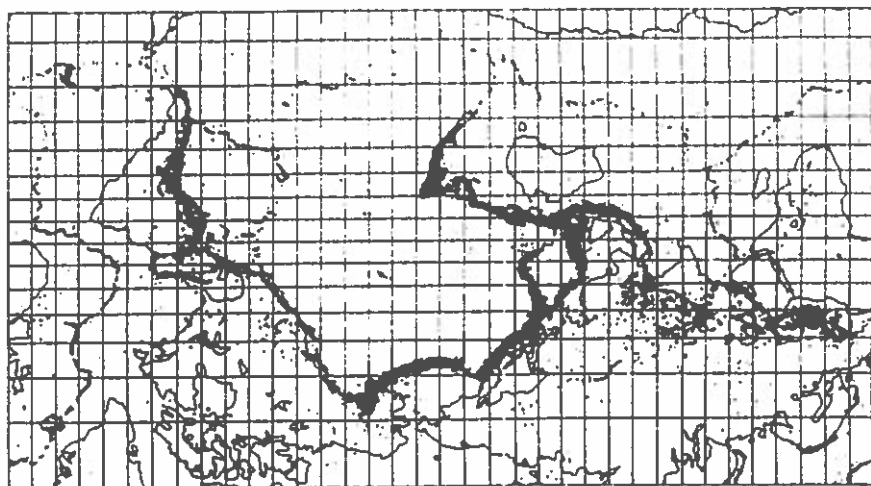


Fig. 3.1. Principais zonas sujeitas a terremotos no mundo. Cada ponto neste mapa representa um terremoto, juntos, delineiam claramente as fronteiras das placas continentais junto às quais os terremotos comumente ocorrem. Todo o Japão e a maior parte da América Central estão dentro das zonas de terremoto.

As localizações dos riscos e recursos geológicos são geralmente bem conhecidas, e os mapeamentos, facilmente obtidos ou preparados. Enquanto muitos perigos podem ser evitados ou mitigados apenas com o uso de obras de engenharia dispendiosas, medidas menos caras, baseadas na compreensão dos processos da superfície da terra, podem ser igualmente bem-sucedidas, especialmente se consideradas nos primeiros estágios do planeamento e do projeto.

A DESCOBERTA DE SOLO FIRME

Os riscos podem ser prevenidos, mitigados ou evitados pela localização, construção e projeto de edificação apropriados. Cada cidade deve conhecer os riscos a que está sujeita, os lugares mais perigosos e quantas pessoas estão em risco.

Para diminuir o risco de terremotos, por exemplo, o Estado da Califórnia determina que as cidades adotem um "princípio de segurança sísmica" como parte de seus planos diretores, exige que o Departamento Geológico Estadual faça um mapeamento das falhas ativas e proíba a construção de moradias nessas falhas (Lei das Zonas de Riscos Geológicos, de 1972). O Estado do exige ainda que os governos façam a revisão de todos os projetos dentro das "zonas de estudo especial" ao longo de falhas ativas com cerca de 400 m

(um quarto de milha) de largura¹. Determinar uma zona de falha não é uma tarefa simples. As falhas não são "linhas" claras e únicas através da paisagem, mas são com frequência compostas de uma trilha principal de rocha rachada ou partida, com muitos ramos secundários. A largura da "zona" de falha pode variar de algumas dezenas a algumas centenas de metros. Milhares de falhas individuais compõem o sistema da falha de San Andreas, na Califórnia. A cidade de Portola Valley exige que os novos edifícios sejam dispostos a uma distância mínima das falhas ativas². Os recursos são maiores para usos de solos mais densos e para falhas cuja localização e largura precisas não são bem conhecidas. Um decreto municipal determina que uma casa residencial seja disposta a 15 m de uma falha de localização menos conhecida. Predios de apartamentos, hospitais e escolas devem ter um recuo de 38 m em relação às falhas bem conhecidas e de 53 m em relação a falhas menos conhecidas. Apenas usos passíveis de ocasionar pouco dano e de pôr em risco um pequeno número de pessoas são permitidos dentro da zona de falhas: vias de plantas, campos de golfe, parques, cemitérios, estacionamentos e rodovias. Uma localização judiciosa semelhante do uso do solo é apropriada para outras zonas de alto risco sísmico, por exemplo, desmoronamentos ativos, solos sujeitos a liquefação e zonas sujeitas a tsunamis. Novos edifícios públicos, hospitais, escolas, delegacias de polícia, corpo de bombeiros e prédios ocupados por muitas pessoas, como prédios de apartamentos e hotéis, devem ser construídos fora dessas zonas de risco.

Em 1974, a cidade de San Francisco adotou um Plano de Segurança Comunitária³. O plano identifica as áreas de San Francisco que sofrerão os maiores danos num terremoto, seja por tremor de terra, desmoronamento, liquefação, tsunamis ou rompimento de reservatórios (ver Fig. 5.2). O plano também avalia o dano potencial pela construção inadequada das edificações, como os edifícios construídos antes de 1948, que não estavam sujeitos ao atual código de obras. Desde 1969, os edifícios mais antigos reformados em mais de 30% devem também atender aos padrões do moderno código de obras. O centro de San Francisco é servido por um sistema suplementar de abastecimento de água que tem seu próprio reservatório e cisternas em interseções estratégicas. Esse sistema é projetado para suportar os danos de um terremoto e permitir assim a ação dos bombeiros no combate aos muitos incêndios que acompanham inevitavelmente um terremoto. Em 1906, grande parte de San Francisco foi destruída pelo fogo quando o sistema de água, que se rompeu em 23

1. Gary B. Orge e John A. Gilchrist, *Geologic Hazards, Resources, and Environmental Planning*, Belmont, Calif., Wadsworth, 1983, p. 63.
2. D. R. Nichols e J. M. Buchanan-Banks, "Seismic Hazard and Land-Use Planning", em R. O. Ulgard, C. D. McKenzie e D. Foley (eds.), *Geology in the Urban Environment*, Minneapolis, Burgess, 1978, p. 91.
3. A descrição dada baseia-se na cidade e município de San Francisco, *San Francisco Community Safety Plan*, e em David Leveson, *Geology and the Urban Environment*, Nova Iorque, Oxford University Press, 1980, pp. 155-158.

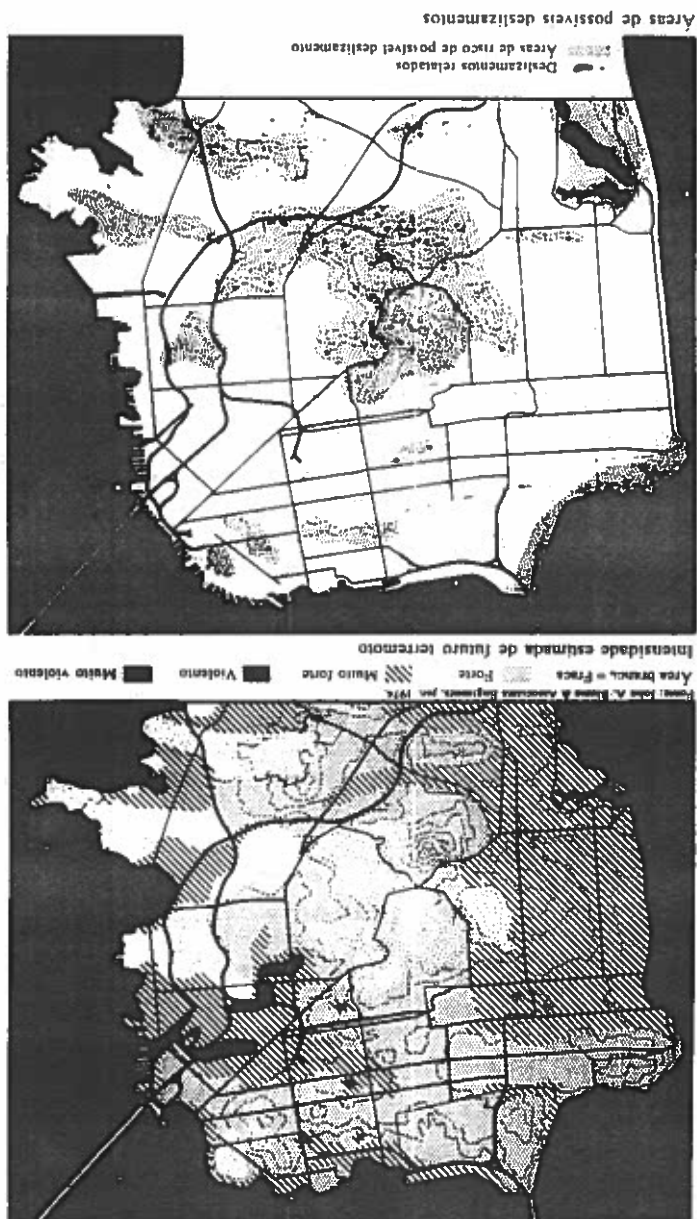
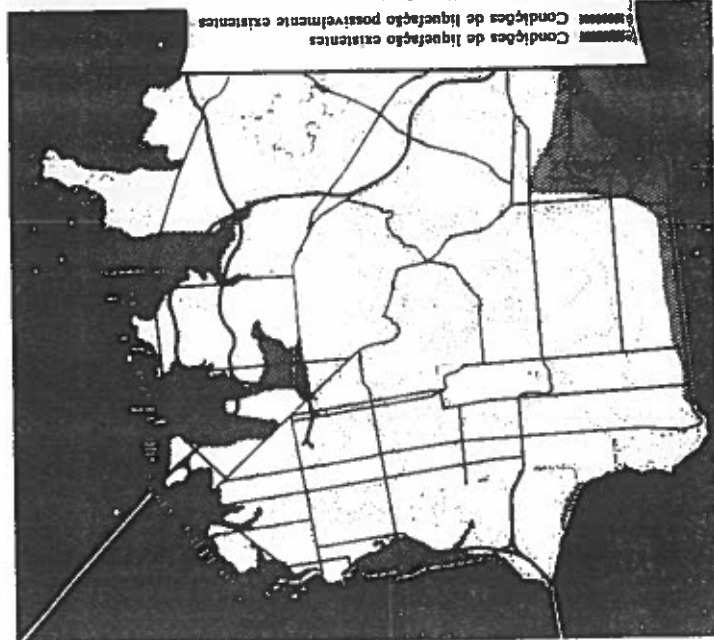
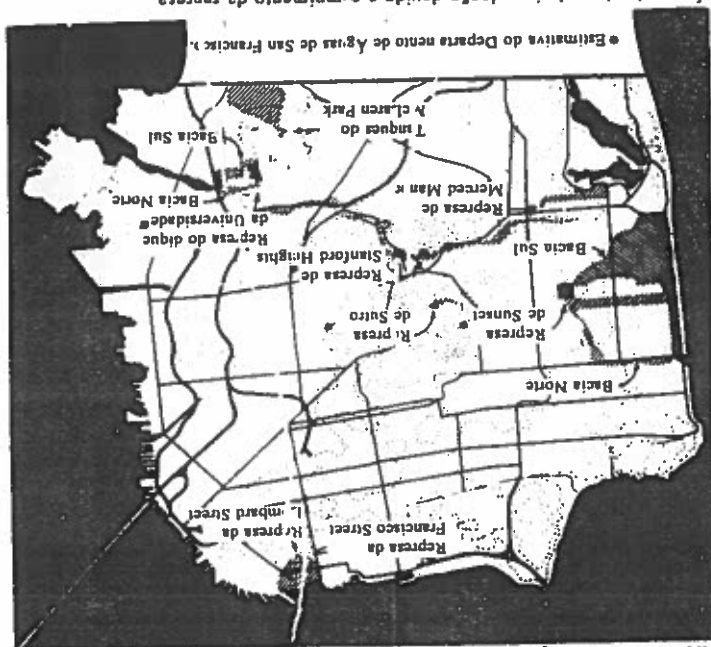


Fig. 5.2. Áreas de risco de terremotos delineadas pelo Plano de Segurança Comunitária de San Francisco. A natureza e o grau de risco variam muito de uma parte da cidade para outra, diferenças que os planos da cidade precisam levar em consideração.



Áreas de risco de possível liquefação



Estimativa do Departamento de Águas de San Francisco, 1971

Áreas de risco de inundação devido a rompimento da represa

mil lugares, através da cidade, não conseguiu dar pressão à água. O Plano de Segurança Comunitária determina a substituição das tubulações existentes por outras mais flexíveis. Além de resumir as medidas de emergência a serem implementadas durante e após um terremoto, o plano propõe também como a reconstrução deve se proceder. Isso é provavelmente uma das partes mais importantes do plano, pois, como vem logo após o desastre, há um apoio maior para a reconstrução e para se fazer "a coisa certa". Quanto mais tempo tiver passado, maior será a pressão para uma reconstrução rápida e emergencial, como é ilustrado pela reconstrução quer de San Francisco, depois do terremoto de 1906, quer de Anchorage, depois do terremoto de 1964, quando, na ausência de um plano, casas e outras estruturas foram reconstruídas em lugares perigosos, segundo métodos ultrapassados.

Muitos códigos de obras em áreas sísmicas preocupam-se principalmente com a estrutura da edificação, em outras palavras, objetivam garantir que a edificação permaneça de pé após um terremoto. Uma vez que o dano às partes não-estruturais de uma edificação pode ser superior à metade do custo de sua relocação, uma vez que os elementos arquitetônicos como parapeitos, painéis de fachada e janelas podem se quebrar ou esmagar, colocando em risco as pessoas dentro e fora das edificações, o Instituto dos Arquitetos dos Estados Unidos recomenda aos projetistas que levem em consideração mais do que a mera integridade estrutural⁴.

Há pouca desculpa para danos causados por desmoronamentos: 95 a 99% de tais danos podem ser evitados por normas de uso do solo, projeto, construção e manutenção. Os elementos básicos de prevenção de deslizamentos são conhecidos há séculos. A cidade de Bath, na Inglaterra, fica numa das áreas mais sujeitas a deslizamentos na Grã-Bretanha. Até seu rápido crescimento, no século XVIII, a cidade limitava-se aos terrenos estáveis do vale de Avon. Quando as plataformas residenciais georgianas, praças e crescentes, pelos quais Bath é famosa, foram constituídos nas encostas acima da cidade, surgiram os problemas de deslizamentos. A construção do Camden Crescent, em 1790, foi suspensa por um grande deslizamento. A encosta foi finalmente estabilizada no século XIX pela construção de túneis que interceptavam a água do subsolo e pelo assentamento de jardins públicos na maior parte da encosta⁵.

As encostas mais perigosas devem, de preferência, ficar intocadas, mas isso nem sempre é desejável e nem sempre necessário para evitar as áreas sujeitas a deslizamentos. Algumas das áreas mais valorizadas de Los Angeles e Seattle estão em encostas sujeitas a deslizamentos. Em muitos casos, o problema pode ser controlado pelo grau de inclinação dos taludes e

4. Elmer E. Borsari, Alfred Goldberg, John L. Fisher, Henry J. Lagorio e Thomas D. Woxner, *Architects and Earthquakes*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1975, p. 69.
5. G. A. Kellaway e J. H. Taylor, "The Influence of Land Shipping on the Development of the City of Bath, England", *Twenty-Third Geologic Congress*, 1968, p. 73.

pela drenagem superficial e subterrânea. O caráter do paisagismo é importante. Uma atenção especial à terraplenagem na construção de um edifício pode ser prejudicada por paisagismo que requiera muita irrigação. Deve-se usar um conjunto de plantas nativas ou de plantas que não precisem de irrigação em encostas acentuadas ou sujeitas a deslizamentos. Tais plantas reduzem a infiltração da água da superfície para dentro da encosta, secam a superfície do solo e o seguram com suas raízes.

A cidade de Los Angeles foi pioneira na redução de deslizamentos nos Estados Unidos. A evolução da Regulamentação para Terraplenagem das Encostas é uma ilustração de como medidas efetivas podem ser tomadas como uma resposta direta ao desastre (ver Tab. 5.1). Os moradores de Los Angeles exigiram a versão original das normas de terraplenagem em 1952, depois que os deslizamentos provocaram prejuízos de 7,5 milhões de dólares numa única estação. Foram feitas revisões após cada desastre desde então — em 1956, 1957 e 1962 —, resultando no instrumento que é a Regulamentação para Terraplenagem das Encostas⁶. Todos os projetos que envolvem nivelamento do terreno têm que obter uma autorização. Os planos de terraplenagem são revisados antes de começar a construção, e fiscalizados após o seu término. O tipo de terraplenagem do terreno e os relatórios técnicos devem ser submetidos à aprovação, e apenas quando são aceitos é que a prefeitura emite um alvará de construção. O sucesso das normas de terraplenagem em Los Angeles é uma consequência de sua rigorosa aplicação e de uma grande quantidade de informações geológicas e sobre os solos, fornecidas pelos governos federal, estadual e local. A eficácia das Normas para Terraplenagem das Encostas de Los Angeles foi demonstrada nas compesadas de inverno de 1978, quando 93% de todos os danos por deslizamentos na cidade envolveram áreas niveladas antes da regulamentação atual. Os prejuízos foram também mais graves nessas áreas: 155 casas foram destruídas ou tiveram de ser evacuadas⁷.

Solos sujeitos à expansão são tão disseminados em algumas áreas urbanas, como Denver, que evitá-los completamente pode ser impraticável. Felizmente, projetos adequados de fundações, edificação, drenagem e paisagismo podem minimizar os danos. Já que os solos se dilatam em contato com a água, manter a água longe das fundações e fundamental. Grama e arbustos, preferivelmente aqueles que requerem pouca ou nenhuma irrigação, devem ser mantidos a 1,5 m das fundações, e as árvores devem ser plantadas a mais de 4,5 m⁸. As fundações devem ser especialmente projetadas, e as paredes

6. A descrição dada baseia-se em Robert W. Fleming, David J. Barnes e Robert L. Schwab, "Landslide Hazards and Their Reduction", *Geological Survey Yearbook*, D. C., U.S. Geological Survey, 1978, p. 19.
7. Griggs e Gilchrist, *op. cit.*, p. 187.
8. Stephen S. Hart, "Potentially Swelling Soil and Rock in the Front Range Urban Corridor", em Ulfert, McKenzie e Foley (eds.), *Geology in Urban Environments*, p. 120.

Tabela 5.1. Normas de Terraplenagem e Redução dos Danos às Propriedades, Los Angeles, Califórnia, 1969^a

| | Áreas desenvolvidas em 1952-1962 | Áreas desenvolvidas em 1963-1969 |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Número de áreas construídas | 10 000 | 27 000 |
| Danos totais (dólares) | \$3 300 000 | \$2 767 000 |
| Média de danos por área (dólares) | \$330 | \$100 |
| Porcentagem de áreas danificadas | 10,4 | 1,3 |
| | | 0,15 |

Fonte: Robert W. Fleming, David J. Barnes e Robert L. Schuster, "Landslide Hazards and Their Reduction",

Geological Survey Yearbook, Washington, D. C., U.S. Geological Survey, 1978

a) Los Angeles não tinha um código de terraplenagem antes de 1952; o código foi introduzido em 1952 e

revisado em 1962.

b) Mais de 100 000 dólares ocorreram em áreas que estavam sendo niveladas. Mesmo os melhores projetos de terraplenagem são suscetíveis de danos durante a construção.

c) Se for usado o valor total de danos, o valor médio de danos por área será de cerca de 17 dólares. O valor de

7 dólares por área foi obtido pela dedução dos danos em áreas em construção.

internas, ficar acima dos pisos flutuantes, para que possam mover-se com o solo.

O afundamento do solo, um problema que pode afetar tanto uma região como uma casa isolada, tem soluções variáveis, dependendo de suas causas. Tóquio, Long Beach, Cidade do México e Veneza, todas detiveram ou diminuíram o afundamento mediante um programa combinado de redução da extração de água do solo e aumento da infiltração de águas pluviais ou servidas. Imensas bacias de recarga são agora uma característica da paisagem urbana de Los Angeles, onde um complexo desse tipo, numa área de 182 ha, armazenava água até 1,2 m de profundidade em grandes lagos rasos⁵. Um afundamento sobre aterro pode ser controlado pela escolha dos materiais usados no preenchimento e pelo método de sua colocação. Esperar até que o inevitável afundamento ocorra pode minimizar danos às estruturas; 90% da acomodação ocorrem nos primeiros dois ou cinco anos; em dois anos, a terra se acomoda até 25% da profundidade original do aterro. Se planejada inteligentemente, a recuperação de áreas de aterro e a utilização de áreas anteriormente minerais das podem representar para a cidade um recurso, em vez de um perigo.

A CONSERVAÇÃO E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS

Não é necessário que a exploração dos recursos minerais esteja em conflito com outros usos do solo; ela pode até valorizá-los. Cada cidade deve identificar seus depósitos minerais significativos, dentro e perto dela, e estabelecer um plano para sua proteção, para a regulamentação de sua eventual exploração e para a posterior recuperação e uso da terra minerada.

Um novo uso criado pela mineração algumas vezes excede em muito os valores econômicos do próprio recurso mineral. Em Duisburg, na Alemanha, a mineração do carvão sob o porto revitalizou essa área decadente da cidade. Duisburg é o maior porto interior do rio Reno e um dos maiores portos interiores do mundo; foi um porto importante por seis séculos. Até recentemente, o futuro do porto estava ameaçado por uma queda de aproximadamente 2 m do nível da água, o que vinha ocorrendo desde 1900. A administração do porto imaginou uma solução engenhosa. Por causa do risco de afundamento, a mineração dos depósitos de carvão sob a cidade tinha sido proibida havia anos. Num plano meticulosamente elaborado e implementado, 12 milhões de toneladas de carvão foram extraídas sob o porto, induzindo seu afundamento. Quando as minas cederam e o solo sob o porto com elas, o nível das águas subiu aproximadamente 1,8 m¹⁰.

Kansas City, no Missouri, é a capital mundial dos subterrâneos, com mais de 4 milhões de metros quadrados de armazéns, fábricas e escritórios re-formados a partir de antigas minas de calcário. O calcário foi inicialmente extraído pelo seu valor econômico, mas agora a criação de novos espaços subterrâneos é mais rentável do que o próprio minério¹¹. A aquisição dos espaços subterrâneos tornou-se a razão primordial de algumas minerações, e a venda do mineral é usada para compensar o custo do desenvolvimento do espaço. As operações de mineração foram convenientemente modificadas para acomodar os futuros usos. Anteriormente, eram deixados pilares de calcário com formas e espaçamentos irregulares para sustentar o teto. Hoje, pilares de seção quadrada de 6 m de lado são escavados a intervalos regulares, num espaçamento de 9 m. A Companhia de Instrumentos Brunson foi a primeira a ocupar os espaços subterrâneos minerado de acordo com suas especificações. A empresa, fabricante de equipamentos de pesquisas na Lua, era ameaçada pelas vibrações em seu local original na superfície. As montagens de precisão só podiam ser feitas entre as 2 e 4 h da manhã, quando as trepidações do tráfego eram mínimas. Em 1960, a firma mudou-se para sua atual localização, 13 mil metros quadrados de espaços imunes à vibração, 23,5 m abaixo do nível do solo.

- 10 Robert F. Leggett, *Cities and Geology*, Nova Iorque, McGraw-Hill, 1973, p. 391.
- 11 A descrição do espaço subterrâneo em Kansas City baseia-se em Truman T. Stauffer, "Kansas City: A Center for Secondary Use of Mined Out Space", em Ulgure, McKenzie e Foley (eds.), *Geology in Urban Environment*, pp. 176-186.

As vantagens dos espaços subterrâneos em Kansas City são muitas. Os alugueis e as despesas gerais são baixas: os alugueis são 40% mais baixos do que os da superfície; os custos de aquecimento e refrigeração são 75 a 80% mais baixos que na superfície. A temperatura, constante, é de 13°C, e a umidade relativa do ar também é estável. As minas são locais convenientes para mercados, auto-estradas e estradas de ferro. A construção, escavada nas rochas, tem uma resistência ilimitada e é à prova de fogo, assim como de barragem e vibração. Os acessos são facilmente controlados. Em 1923, o primeiro frigorífico subterrâneo foi construído em Kansas City para o armazenamento de alimentos congelados. Armazenamento barato, acesso fácil aos meios de transporte e uma localização central entre os produtores de alimentos na Califórnia e os mercados consumidores a leste e sudoeste, fizeram de Kansas City um importante centro de distribuição de alimentos.

Se o uso futuro do local for planejado antes da mineração, a exploração dos recursos minerais pode produzir benefícios a longo prazo. Os buracos e montículos de uma pedreira podem ser transformados num parque; um campo de golfe de dezoito buracos próximo a Los Angeles é produto de uma mina de cascalho. Em Montclair, Nova Jersey, onde os projetos de ampliação de uma faculdade foram interrompidos por uma grande colina, 80 mil metros quadrados de áreas planas foram criadas pela escavação de cerca de 3 milhões de toneladas de rocha basáltica, que foram vendidas com lucro¹².

A cidade de Phoenix, no Arizona, coordenou o uso progressivo de uma área de 56 ha como uma pedreira de cascalho e areia, um aterro sanitário e um parque. Todos os três usos progrediram simultaneamente em diferentes partes da área. Primeiro, a cidade extraiu a areia e o cascalho para uso na construção de estradas. Durante esse processo, covas e montes foram criados numa paisagem anteriormente plana, e uma área do local, sujeita a inundações, foi acomodada para acomodar as águas das enchentes. Numa etapa seguinte, o lixo da cidade foi acomodado em colinas suaves, compactado e coberto diariamente por camadas de solo arenoso do deserto. Árvores e ajardinamento foram adicionados depois de completadas as operações de aterro¹³.

Uma cidade deve estabelecer uma área de conservação mineral para proteger seus depósitos minerais mais valiosos. Os usos provisórios nessas áreas devem ser aqueles que não excluem a mineração, por exemplo, instalações para armazenamento temporário, viveiros de plantas, parques, viveiros de animais de criação, pastos e silos. A permissão para a extração de minérios deve ser condicionada a um plano satisfatório tanto para a operação quanto para a recuperação da área. Como as operações de mineração podem gerar barulho, poeira e tráfego de caminhões, afundamento, erosão e poluição da

12. Robert L. Bates, "Mineral Resources for a New Town", em Ulgard, McKenzie e Foley (eds.), *Geology in Urban Environment*, p. 173.

13. Richard N. Taylor, "Gravel Pit to Landfill to Park with Rolling Hills", *Public Works*, (97): 105-106, 1966.

água, as cidades devem solicitar aos operadores potenciais de pedreiras uma demonstração de como planejam controlar a poeira e os odores, reduzir a erosão e o barulho e vedar a visão de suas operações, devendo também estabelecer rotas para o tráfego de caminhões que minimizem rachaduras e danos às rodovias.

O solo é a crosta da terra na qual a vida está enraizada – um meio poroso entre a rocha e o ar. Ele não é inteiramente mineral nem inteiramente orgânico; é um composto de areia, argila, ar, água e os remanescentes de compostos de plantas e animais. O simples ato de revolver a terra de jardim na preparação do plantio da primavera traz fortes emoções: um senso de conexão com a terra, com a regeneração da vida. É um ato de criação e uma expressão de fé na renovação. A jardinagem sempre foi popular na Europa. Cada cidade medieval tinha seu pomar e sua horta. Hoje, áreas remanescentes ao longo das estradas de ferro e de cursos d'água são divididas em lotes de hortas, e pequenos lotes se estendem nos limites da cidade. Terrenos baldios no centro das cidades americanas foram cultivados intensamente no final do século passado para fornecer às famílias pobres meios para produzir seu próprio alimento¹⁴. Canieiros de hortas foram também disseminados durante as duas grandes guerras, mas até recentemente nunca foram populares nos Estados Unidos como sempre foram na Europa. Na última década, centenas de terrenos baldios nas cidades americanas foram transformados em hortas e pomares (ver Fig. 5.3). Alguns ressaltam do interesse espontâneo da comunidade, outros são resultado direto da organização da comunidade por grupos como os Jardineiros Urbanos de Boston ou os Guerrilheiros Verdes da Cidade de Nova Iorque. Tais lugares forneceram um espaço comum para todas as idades, raças e grupos étnicos: o velho e o jovem, o negro e o branco, o porto-riquenho e o chinês. Em Boston, emigrantes idosos das áreas rurais do sul, que possuem valioso conhecimento sobre atividades de plantio, adquirem um novo respeito dos jovens. Pequenos lotes fornecem a esses jardineiros urbanos e a suas famílias hortaliças frescas durante todo o verão e uma provisão para o inverno. As contas de mercado de algumas famílias chegaram a ser reduzidas em até 600 dólares¹⁵.

Junto com esse renovado interesse pela jardinagem urbana surgiu uma preocupação crescente com a contaminação do solo urbano. Em Boston, a colaboração entre a Secretaria de Preservação Ambiental, o Serviço de Conservação do Solo, o Serviço de Extensão da Universidade de Massachusetts e os jardineiros Urbanos de Boston resultou num programa efetivo e duradouro, com recomendações de como os jardineiros urbanos podem evitar a

14. Ver Thomas J. Bassett, "Recuping on the Margins: A Century of Community Gardening in America", *Landscape*, 25 (2) 1-8, 1981, para um resumo da história da distribuição dos jardins nas cidades americanas.
15. Charlotte Kuhn, comunicação pessoal.

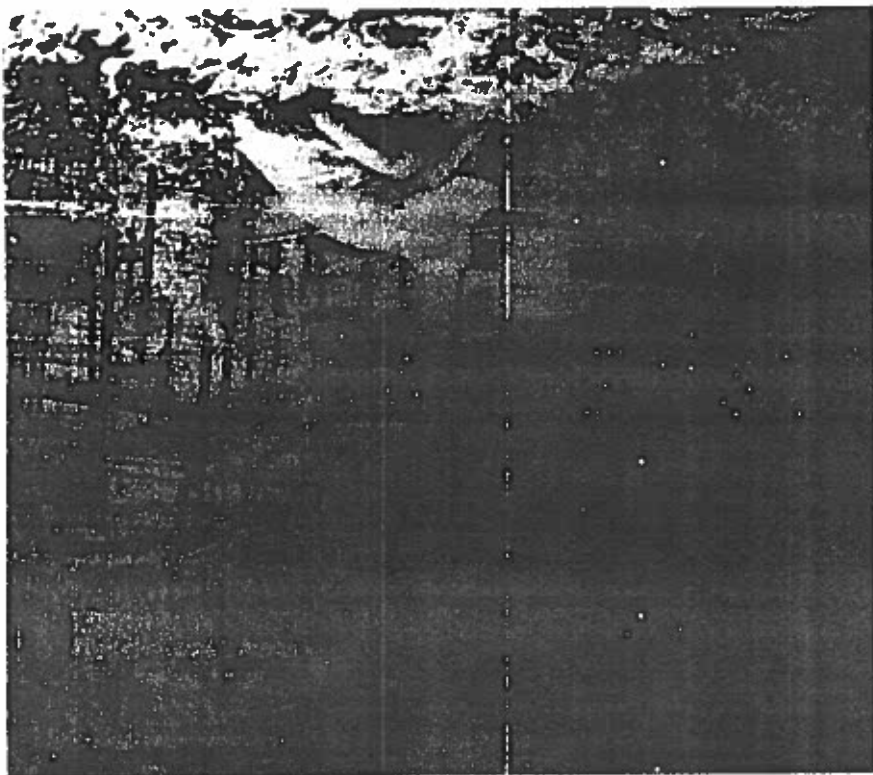


Fig. 5.3. Hortas comunitárias em Boston, terras devolutas recuperadas nos terrenos baldios.

contaminação por chumbo¹⁶. Estes devem ser feitos em todos os solos urbanos. Os jardins e as hortas devem se localizar longe de velhas estruturas de madeira pintada e de todas as estradas, e ficar a mais de 15 m de ruas de tráfego pesado.

Se existe chumbo no solo, as probabilidades de removê-lo são pequenas. A quantidade de chumbo que é absorvido pelas hortaliças depende da acidez do solo e do tipo de hortaliça. Quanto mais ácido o solo, mais rapidamente as plantas absorvem o chumbo. Se o solo é ácido, deve-se adicionar

16. Thomas N. Spitzer e William A. Feder, "A Study of Soil Contamination and Plant Uptake of Lead in Contamination por chumbo, como identifi- e como minimizá-la e como minimizá-la. As recomendações dadas no texto foram retiradas dessas publicações.

Urbanos de Boston resolu no manual intitulado *Lead in the Soil: A Gardener's Handbook*. Boston, Suffolk County Extension Service, 1979, que aconselha os jardineiros urbanos com os jardineiros da Universidade de Massachusetts e da Secretaria de Agricultura dos Estados Unidos com os jardineiros de Boston Urban Gardens", mimeografado. > d. A colaboração do Serviço de Extensão Municipal de Suffolk.

lhec al para aumentar o pH de 6,5 para 7,0. Hortaliças folhosas como espinafre, folhas de beterraba, alface, ervas, folhagens de nabo e couve são mais sujeitas a contaminação. Jamais devem ser plantadas a menos de 15 m das ruas principais ou em solos que contenham qualquer quantidade de chumbo. As raízes, como rabanetes, cenouras, beterrabas, cebolas e nabos, são moderadamente suscetíveis e podem ser plantadas em solo com uma pequena quantidade de chumbo. Culturas com frutos como tomates, berinjelas, abóbora, melões, pepinos e pimentões — e outras plantas mais elevadas ou protegidas como o girassol, o milho e o repolho —, não são suscetíveis à absorção de chumbo do solo. Elas podem ser cultivadas em solos com um teor moderado de chumbo, mas convém plantá-las em vasos se o solo tiver um alto teor de chumbo. Apenas flores e plantas ornamentais devem ser plantadas em solo de chumbo. Todas as hortaliças cultivadas em jardins urbanos com alto teor de chumbo devem ser lavadas abundantemente a fim de remover das folhas qualquer material pesado depositado na poeira do ar. As crianças não devem ter permissão de brincar em solo com qualquer teor de chumbo¹⁷.

O solo urbano representa um recurso subutilizado de grande potencial, capaz de produzir grandes safras, tanto de alimento quanto de plantas ornamentais, e de assimilar resíduos não-tóxicos. Gerenciado inteligentemente, o solo urbano pode melhorar a sobrevivência das plantas na paisagem urbana (ver Cap. 9).

O PROJETO DE UMA CIDADE MAIS ECONÔMICA E MAIS SEGURA

As cidades da Califórnia, com suas populações ameaçadas por múltiplos perigos geológicos, oferecem muitos exemplos de sabedoria de planejamento e projeto urbanos. Nas últimas décadas, o Estado da Califórnia forneceu às suas cidades diretrizes, incentivos e informações para facilitar esse esforço. Em 1973, o Departamento de Conservação da Califórnia publicou o *Plano Diretor de Geologia Urbana para a Califórnia*, que pretendia servir de base para a realização de políticas no nível estadual e local. Esse plano revê os riscos que as cidades da Califórnia enfrentam, identificando os recursos ameaçados pelo desenvolvimento urbano, definindo medidas viáveis para mitigá-los e estimando seus custos e benefícios (ver Tab. 5.2). Esse plano estima que o custo das mortes e danos por acidentes geológicos e a perda de recursos minerais devida à urbanização irá atingir mais de 55 bilhões de dólares na Califórnia, apenas entre 1970 e o ano 2000, e refere-se às perdas relativas imputáveis a dez problemas separados: terremoto, perda de recursos

17. As categorias "Baixo", "Médio", "Alto", "Possivelmente Perigoso" foram determinadas pelo Serviço de Extensão Municipal de Suffolk para ajudar o público a entender a medida de partes por milhão de chumbo. Baixo: 0-500 ppm; médio: 500-1.000 ppm; alto: 1.000-3.000 ppm; possivelmente perigoso: + de 3.000 ppm.

Tabela 5.2. Projeção de Perdas por Problemas Geológicos na Califórnia e Redução de Perdas Potenciais (1970-2000)*

| Problema Geológico | Total das Perdas Previsas sem Melhoria das Práticas e Políticas Existentes ^b (em dólares) | Redução Possível das Perdas Totais Aplicando-se Medidas Cabíveis | | Custo Total Estimado da Aplicação de Todas as Medidas Cabíveis, na Situação Atual | | Relação Custo- Benefício se Todas as Medidas Forem Aplicadas e Todas as Possíveis Reduções de Perdas Atingidas | |
|----------------------------|--|--|-----------------------|---|-----------------------|---|--|
| | | % da Perda Total | Valores em Dólares | % da Perda Total | Valores em Dólares | | |
| | | | | | | | |
| Terremoto | 21 035 000 000 | 50 ^c | 10 517 500 000 | 10 | 2 103 500 000 | 5 | |
| Perda de recursos minerais | 17 000 000 000 | 90 | 15 000 000 000 | 0,53 | 90 000 000 | 167 | |
| Deslizamentos | 9 850 000 000 | 90 | 8 865 000 000 | 10,3 | 1 018 000 000 | 8,7 | |
| Enchentes | 6 532 000 000 | 52,5 | 3 432 000 000 | 41,4 | 2 703 000 000 | 1,3 | |
| Erosão | 565 000 000 | 66 | 377 000 000 | 45,7 | 250 000 000 | 1,5 | |
| Solos expansíveis | 150 000 000 | 99 | 148 500 000 | 5 | 7 500 000 | 20 | |
| Deslocamento de falhas | 76 000 000 | 17 | 12 600 000 | 10 | 7 500 000 | 1,7 | |
| Eruptões vulcânicas | 49 380 000 | 16,5 | 8 135 000 | 3,5 | 1 655 000 | 4,9 | |
| Tsunamis | 40 800 000 | 95 | 37 760 000 | 63 | 25 700 000 | 1,5 | |
| Afundamentos | 26 400 000 | 50 | 13 200 000 | 65,1 | 8 790 000 | 1,5 | |
| Total | 55 324 580 000 | 69 | 38 411 695 000 | 11,2 | 6 215 645 000 | 6,2 | |

Fonte: John T. Alfors, John L. Burnet e Thomas E. Gay, "Urban Geology Master Plan for California - A Summary", *Geology in the Urban Environment*, R. O. Utgaard, G. D. McKenzie e D. Foley, (eds.), Minneapolis, Burgess, 1978.

a. Todos os valores são em dólares de 1970.

b. Esses valores baseiam-se na premissa de que não haveria mudança no tipo de 1970, em eficiência ou no nível de aplicação de medidas curativas ou preventivas; 95% das perdas seriam em áreas urbanas.

c. A redução das perdas em vidas humanas seria de 90%.

minerais, deslizamento, inundação, crosta, solos expansíveis, deslocamento de falhas, acidentes vulcânicos, tsunamis e afundamento". O plano conclui que a aplicação das técnicas de prevenção mais avançadas podem poupar até ma de 38 bilhões de dólares entre 1970 e o ano 2000 a um custo inferior a 6 bilhões de dólares.

O Japão, um país insular confrontado com um rápido crescimento urbano, uma diminuição de terra disponível e múltiplos riscos geológicos – terremotos, tsunamis e afundamentos, deslizamentos e erupções vulcânicas –, também alcançou conquistas impressionantes. Começando, em 1959, por um mapa do subsolo de Tóquio, as cidades japonesas fizeram uma radiografia apurada do seu solo, um levantamento penosamente conseguido a partir de um agrupamento de todos os testes subterâneos feitos em cada cidade. Um comitê especial para a investigação dos solos nas cidades, designada pelo Ministério da Construção japonês, publicou um conjunto de "Instruções para a Coleta e Ordenamento dos Materiais Preexistentes" e "Especificações-Padrão para o Trabalho de Investigação dos Solos nas Cidades", em 1960¹⁹. Para estimular as cidades a montarem um mapa de informações geológicas, o governo japonês também lançou a metade dos custos dessas investigações, que resultaram numa série de registros bastante valiosos sobre a geologia urbana.

UM PLANO PARA CADA CIDADE

É óbvio que cidades castigadas por terremotos e deslizamentos frequentes, ou premiadas com ricas jazidas de carvão ou petróleo, devem se preocupar com a natureza do solo subjacente. Mas mesmo cidades sem problemas não sérios devem proteger o acesso a materiais de construção e garantir a estabilidade das edificações, ruas e obras de infra-estrutura. Cada cidade deve avaliar a natureza de seu subsolo.

O maior obstáculo para preparar um plano abrangente e elaborar projetos que respondam à geologia e ao solo de cada cidade é a falta de informações detalhadas. Riscos e recursos geológicos específicos, sua distribuição espacial e sua relativa importância variam grandemente de cidade para cidade, dependendo da natureza dos solos subjacentes. São os terremotos um problema, com recorrentes deslizamentos, ou existem áreas extensas sujeitas a afundamentos? É um problema o afundamento do solo regional, ou o afundamento local sobre antigas minas ou cloacas? São a areia e o cascalho recursos importantes ou as pedreiras, o carvão ou o gás natural? A identificação da distribuição dos recursos minerais ajudará a delimitar os

18. John T. Alfors, John L. Burnett e Thomas E. Gray, "Urban Geology Master Plan for California – A Summary", em Ulfarid, McKenzie e Foley (eds.), *Geology in Urban Environment*, p. 327

19. Leggett, *op. cit.*, p. 520

lugares onde o grau de risco é mais elevado e onde a exploração dos depósitos minerais está em conflito com a urbanização.

Algumas questões são encaminhadas com mais propriedade na escala metropolitana. A importância de qualquer depósito mineral específico, por exemplo, só pode ser determinada em relação aos demais depósitos da cidade. Uma estratégia abrangente para estabilizar o solo e conservar os recursos deve:

- Tratar dos riscos geológicos mais críticos da cidade e dos recursos mais significativos, com atenção especial à redução do risco das áreas mais significativas e à proteção dos recursos mais valiosos;
- Localizar novos edifícios públicos, incluindo hospitais, escolas e equipamentos públicos fora das áreas de alto risco; encorajar as novas indústrias e núcleos residenciais a fazerem o mesmo;
- Fornecer um plano para a relocalização e a reconstrução após desastres como terremotos e tsunamis;
- Estabelecer áreas para a preservação dos recursos minerais mais significativos da cidade e estimular usos dos solos que não excluam sua extração;
- Fornecer um plano para a reutilização final dessas áreas de conservação mineral, após a exploração dos recursos.

Cada novo edifício, rua e parque dentro da cidade deve ser projetado para prevenir ou minimizar riscos e para conservar e restaurar os recursos. Cada projeto deve:

- Tratar dos riscos e dos recursos geológicos que existem no terreno ou nas vizinhanças;
- Localizar os edifícios e planejar a sua construção em fases de modo a explorar os recursos minerais no local;
- Localizar e planejar edifícios e ajardinamento paisagístico de forma a evitar ou mitigar os riscos;
- Explorar as características geológicas distintas do local.

A iniciativa para estudos abrangentes da geologia urbana sempre serão maiores em países como o Japão ou em Estados como a Califórnia, sujeitos a riscos frequentes. Cidades como Tóquio, San Francisco e Los Angeles foram pioneiras nas soluções de uma ampla gama de problemas geológicos com os quais cidades mais afortunadas, sujeitas a riscos menos graves e frequentes, podem aprender. Todas as cidades têm muito a lucrar com a contribuição da geologia. Cada cidade tem alguns problemas geológicos que, apesar de serem escondidos ou explícitos, têm um efeito cumulativo e oneroso. As cidades podem ser projetadas para suportar ou evitar desastres geológicos, para promover uma exploração consciente dos recursos minerais e para restaurar o solo urbano degradado. Bilhões de dólares e milhões de vidas estão em jogo.

Part IV
Len AGUA

Água poluída, enchentes e secas castigam a cidade. Rios turvos, carregados de esgoto, sedimento, lixo e produtos químicos fluem através da cidade, um caldo sujo do qual muitas cidades retiram sua água de beber. Em alguns anos, só as enchentes serão responsáveis por mais danos materiais nos Estados Unidos do que qualquer outro fenômeno natural, ainda que a seca se esteja transformando num fenômeno urbano cada vez mais comum. Todas as cidades, mesmo aquelas em climas úmidos, logo se defrontam com a perda de seu mais precioso recurso – um suprimento abundante de água não-contaminada. A água é o sangue da vida das cidades: impede as fábricas, aquece e res-fria as casas, nutre os alimentos, mata a sede e carrega os dejetos. As cidades importam mais água do que todos os outros bens e matérias-primas combinados. Água suficiente não é apenas um pré-requisito para a saúde, é essencial para a vida. Apesar de sua desesperada necessidade de água, e apesar de sofrerem com sua crescente escassez, as cidades sujam e desperdiçam o precioso líquido. Cada chuva carrega sujeira, entulho, metais pesados e fezes de animais das ruas e estacionamento para os rios e lagos. Os sistemas de águas pluviais que drenam as superfícies pavimentadas das cidades agravam as enchentes e impedem a recarga dos lençóis freáticos, e o decréscimo e no resultante fluxo dos cursos d'água concentra os poluentes. Mesmo com a diminuição dos suprimentos, a água potável continua a irrigar gramados e jardins. No seu conjunto, as atividades urbanas, a densidade da forma urbana e os materiais impermeáveis com os quais é construída, o padrão de assentamento e sua relação com a rede de drenagem natural, e o projeto dos sistemas

de drenagem e de controle das enchentes produzem um regime hídrico urbano característico. O escoamento abundante e rápido dos temporais cria vazões de água extremamente altas durante e imediatamente após as chuvas e diminui as vazões no intervalo entre essas. A pavimentação e os bueiros reduzem a infiltração e baixam o nível da água sob o solo. As atividades urbanas e sua localização, a forma urbana e seus materiais influenciam o nível das enchentes e a sua localização, o grau de poluição e o local em que se concentra e a quantidade de água consumida. As características da dinâmica, da poluição e do uso das águas urbanas são bem conhecidas, assim como suas causas e seus efeitos, mas esse conhecimento raramente é aplicado. Os planejadores, arquitetos urbanistas, construtores e administradores das cidades quase sempre tratam separadamente dos problemas de enchentes, drenagem, poluição, uso e abastecimento de água.

O AUMENTO DAS ENCHENTES

Executando-se os maiores, todos os córregos e cursos d'água da paisagem anterior à urbanização desapareceram dos mapas modernos. Cobertos e esquecidos, antigos cursos d'água ainda correm através da cidade, enterrados sob o solo em grandes tubulações, canais primitivos de um sistema de drenagem subterrâneo. Seu ruído abafado pode ser ouvido sob as ruas após uma chuva pesada; eles são invisíveis, mas sua contribuição potencial às enchentes a jusante não é, todavia, diminuída, mas sim aumentada. As enchentes crescem em volume e destruição com o desenvolvimento urbano; a urbanização pode aumentar a taxa média anual de enchentes cerca de seis vezes¹. Isso é causado pela rápida drenagem das enxurradas e pelas várzeas mais estreitas e mais rasas, comprimidas por prédios e diques e entupidas por sedimento. Enquanto os sistemas de drenagem das águas pluviais escoam eficientemente a água dos telhados, ruas e calçadas, o sistema de controle das enchentes precisa ser continuamente ampliado para prevenir a inundação mais abaixo.

O concreto, a pedra, o tijolo e o asfalto da pavimentação e dos edifícios recobrem a superfície da cidade como um escudo à prova d'água. Incapaz de penetrar no solo e desimpedida pela superfície lisa da cidade, a chuva que cai nos telhados, praças, ruas e estacionamento corre pela superfície em quantidades cada vez maiores, mais rapidamente do que a mesma quantidade de chuva que cai na superfície esponjosa de uma floresta ou do campo. As partes mais densas da cidade aumentam ao máximo a drenagem das águas pluviais; esse escoamento diminui nas partes menos densamente ocupadas da ci-

1. Luna B. Leopold, "Hydrology for Urban Land Planning - A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use", *U.S. Geological Survey Circular*, Washington, D. C., U.S. Geological Survey, (554), 5, 1968.

idade e diminuiu drasticamente em áreas florestadas. Sarjetas, meios-fios e esquadros coletam as águas das chuvas, dirigindo-as para os esgotos, que as transportam rapidamente para rios e lagos. Quanto mais densa a cidade, quanto maior a proporção de áreas pavimentadas em relação às áreas verdes, tanto maior é a eficiência do sistema de drenagem das águas pluviais e a quantidade de águas das chuvas que alcança os córregos e rios num menor espaço de tempo. Sistemas de drenagem transportam a água de um ponto para outro; eles não reduzem nem eliminam água, apenas mudam sua localização. A prática tradicional de drenagem protege ruas locais, subterrâneos e estações de metrô contra as enchentes, enquanto contribuem para um dano maior de inundação mais abaixo.

As grandes cheias provocadas pelos temporais na cidade ultrapassam a capacidade dos leitos dos cursos d'água, com suas várzeas ocupadas e apertadas entre edifícios, ruas, diques e comportas. As enchentes resultantes são

maiores, fluem mais rapidamente e são mais destrutivas do que as enchentes provocadas por tempestades semelhantes antes da urbanização. A enchente de 1973 do rio Mississippi na cidade de St. Louis foi similar em magnitude à enchente de 1908; mesmo assim, as águas subiram 2,5 m a mais em 1973. A

enchente de 1973 foi a pior nos 189 anos em que os dados foram recolhidos, embora os técnicos estimem que ela teve um intervalo de recorrência de apenas trinta anos.² Não foi a magnitude da enchente em si, mas principalmente o confinamento do rio por barragens e a deposição de sedimentos no leito do rio que contribuíram para a elevação da inundação de 1973. Enquanto as vár-

zeas e os canais dos rios na cidade são confinados para controlar as enchentes e melhorar a navegação, eles se tornam também mais rasos, como seqüela de outras atividades humanas. A construção e a demolição expõem o solo à erosão, e a água das chuvas carrega os sedimentos para os cursos d'água. Um

canal de obras produz uma quantidade dez a cem vezes maior de sedimentos de erosão que a produzida por fazendas e florestas. Mais de 4 500 t de solo foram erodidas durante um período de cinco anos de um único canal de obras de 8 ha no município de Montgomery, Maryland.³ O impacto cumulativo nos corpos d'água é substancial. Sedimentos de erosão aterram canais

e portos, diminuindo sua capacidade de escoamento.

O rio e sua várzea são uma unidade. A várzea é uma área relativamente plana na qual o rio se movimenta, e na qual transborda regularmente quando acontecem as inundações. Desobstruindo o fluxo dinâmico da água erode consistentemente uma margem, depositando sedimentos na margem oposta. Os leitos dos rios não permanecem sempre no mesmo local; a menos que seja confinada

2. Thomas Dunne e Laura B. Leopold, *Water in Environmental Planning*, San Francisco, W. H. Freeman,

1978, p. 402

3. *Idem*, p. 684

4. Harold E. Thomas e William J. Schneider, "Water as an Urban Resource and Nuisance", *U.S. Geological Survey Circular*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, (601-D), 4, 1970.

do, o leito, através do tempo, ocupa finalmente todos os pontos dentro da várzea. A forma e o tamanho do leito natural de um rio refletem o (amanho e a frequência das inundações aos quais ele está sujeito, e duas vezes por ano, o rio preenche seu leito, transbordando para as margens; uma vez a cada dois anos, o rio transborda para a várzea até à altura do fluxo médio no seu leito (ver Fig. 6.1)⁵. Quando residências e casas comerciais ocupam a várzea, não só correm o risco de destruição, mas também comprometem sua capacidade de conter as águas das cheias. Em algumas cidades, estacionamentos e outras estruturas urbanas ocupam a maior parte das várzeas: 89,2% da várzea em Phoenix, no Arizona; 83,5% em Harrisburg, na Pensilvânia; 62,2% em Denver; e 53,3% em Charleston, Carolina do Sul⁶.

Quando o sistema de drenagem das águas pluviais aumenta o fluxo máximo do curso d'água, e as habitações e edifícios ocupam a várzea, estruturas de controle de inundações são comumente constituídas para protegê-las. A confiança em obras de engenharia pesadas como represas e diques minimiza os danos de enchentes frequentes, mas pode contribuir para um número maior de mortes e destruição, provocadas por inundações maiores, ainda que menos frequentes⁷. Obras extensas de proteção contra as enchentes inspiram uma ilusão de segurança que pode promover uma densa ocupação em áreas sujeitas a enchentes. O cenário está então montado para uma enorme perda de vidas e danos às propriedades, quando essas obras de proteção contra as enchentes falham ou são sobrecarregadas ou inundadas por chuvas extremamente pesadas. A enchente de 1972 em Rapid City, Dakota do Sul, matou 237 pessoas e feriu 3 057 quando as águas transbordaram a represa e destruíram a barragem constituída a montante da cidade. Muitos moradores, confiantes na capacidade de proteção oferecida pela barragem, permaneceram em suas casas, apesar dos avisos para evacua-las. O rio subiu 4 m em quatro horas e 1 m em apenas quinze minutos⁸. A enchente devastou 1 335 residências e carregou 5 mil carros. Do total estimado de 160 milhões de dólares em danos materiais, menos de 300 mil dólares estavam no seguro⁹.

As cidades não correm o mesmo risco no tocante às enchentes. O clima regional de uma cidade e seu padrão sazonal de precipitações pluviométricas, o total de várzeas e a extensão em que foram ocupadas contribuem para o grau relativo do risco de sua inundação. Cidades costeiras no Leste dos Estados Unidos situam-se na rota de furacões e estão sujeitas a enchentes provocadas por uma combinação de altas precipitações e elevação do ni-

5. Luna B. Leopold. *Water: A Primer*. San Francisco, W. H. Freeman, 1974, pp. 90-91.
6. William J. Schneider e James E. Coddard. "Extent and Development of Urban Floodplains", *U.S. Geological Survey Circular*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, (601-J): 12, 1973.
7. Ian Burton, Robert W. Kates e Gilbert S. White. *The Environment as Hazard*. Nova Iorque, Oxford University Press, 1978, pp. 13-14.
8. Dunne e Leopold, *op. cit.*, p. 393.
9. *Ibidem*.

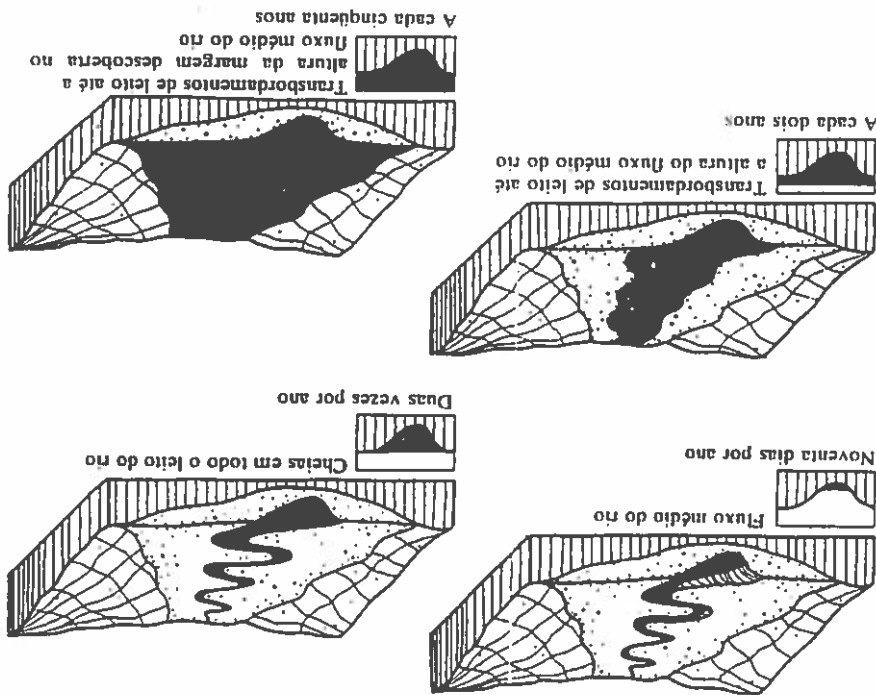


Fig. 6.1. A dinâmica de uma várzea. Os rios transbordam para suas várzeas com uma frequência previsível, e as estruturas construídas nas várzeas correm o risco de destruição.

vel das marés. Os riscos de enchentes na costa oeste dos Estados Unidos são aumentados pela ameaça adicional de tsunamis gerados por terremotos. Cidades em climas áridos e semi-áridos também sofrem ameaças de enchentes; suas várzeas amplas e rasas, relativamente secas a maior parte do ano, podem ser ilusórias. James Michener descreveu o rio South Platte, que flui através de Denver, como "um triste e confuso projeto de rio [...] um fundo de areia, um pensamento tardio e errante, uma irritação inútil, uma frustração, e depois que a gente disse tudo isto, ele subitamente incha, se estica um quilômetro, engole nossas plantações e devasta nossas fazendas"¹⁰. A maior parte do ano, o South Platte consiste em um riacho raso no meio de uma várzea ampla, chata e arenosa, mas pesadas chuvas sazonais convertem o rio numa impetuosa torrente. Em junho de 1965, 355 mm de chuvas caíram sobre partes de Denver no período de algumas horas. As águas subiram rapidamente, transbordaram as ribancostas e arrastaram enlulhos contra as pontes, formando barragens de tal modo que as águas se desviaram, invadindo a ci-

10. James Michener, *Centralia*, Nova Iorque, Fawcett, 1978, p. 65.

Quando a tempestade passou, a maior parte das pontes de Denver tinham sido destruídas, e as estradas e edifícios, soterrados em toneladas de sílex. A enchente foi o pior desastre na história de Denver, ceifando doze vidas e causando prejuízos de 300 milhões de dólares¹¹.

A extensão na qual a várzea é comprimida e ocupada pode agravar os riscos naturais de enchentes numa cidade. A quantidade de várzeas que uma cidade contém e a proporção dessa área que é ocupada variam de cidade para cidade. Otis e um por cento de Monroe, na Louisiana, e 40% de Charleston, na Carolina do Sul, estão em áreas de várzeas, enquanto as várzeas compreendem apenas 2,4% de Spokane, em Washington¹². O projeto do sistema de drenagem das grandes chuvas de uma cidade pode também agravar ou diminuir os riscos de enchentes. Quanto mais rápido as águas das chuvas atingem os cursos d'água e rios, maior é a enchente; quanto mais as águas das chuvas são retardadas, mais as enchentes são atenuadas.

O efeito do sistema de drenagem das águas pluviais não se limita ao risco de enchentes; ele também pode aumentar a poluição e o consumo de água. De maneira característica, o sistema de drenagem das águas pluviais agrava a poluição pelo escoamento de cargas de esgoto e de enxurradas após os temporais e pela diminuição do fluxo dos cursos d'água no intervalo entre as chuvas, de tal forma que as descargas das indústrias e das estações de tratamento são diluídas. As cidades que têm seu suprimento de água dos rios urbanos devem, então, enfrentar fluxos de água variáveis e uma contaminação crescente. Quando sistemas de esgotos e de águas pluviais são combinados, como nas cidades mais antigas, a quantidade de água das chuvas, após uma precipitação maior, sobrepõe a capacidade das estações de tratamento de esgoto, de forma que tanto a água da chuva como o esgoto não-tratado são lançados diretamente nos corpos d'água. Uma vez que o solo, impermeabilizado pela pavimentação e drenado pelas tubulações, absorve pouca água, o volume de água estocada no solo, da qual as plantas obtêm seu suprimento, é reduzido. A diminuição do nível dos lençóis freáticos é insuficiente para manter os níveis dos cursos d'água entre os aguaceiros e sustentar as plantas durante os períodos de seca.

ÁGUAS POLÚIDAS

O odor desagradável e a aparência das águas nos poços e rios das cidades densamente ocupadas foram uma fonte de preocupação durante séculos. Ainda que, no século IV a.C., Hipócrates tenha alertado que a água poluída

11. Robert M. Scurin, "Downer James the Unity Plant: A Ten Mile River Greenway", *Landscape Architecture*, (70): 82, 1980.

12. Schneider e Goddard, *op. cit.*, p. 5.

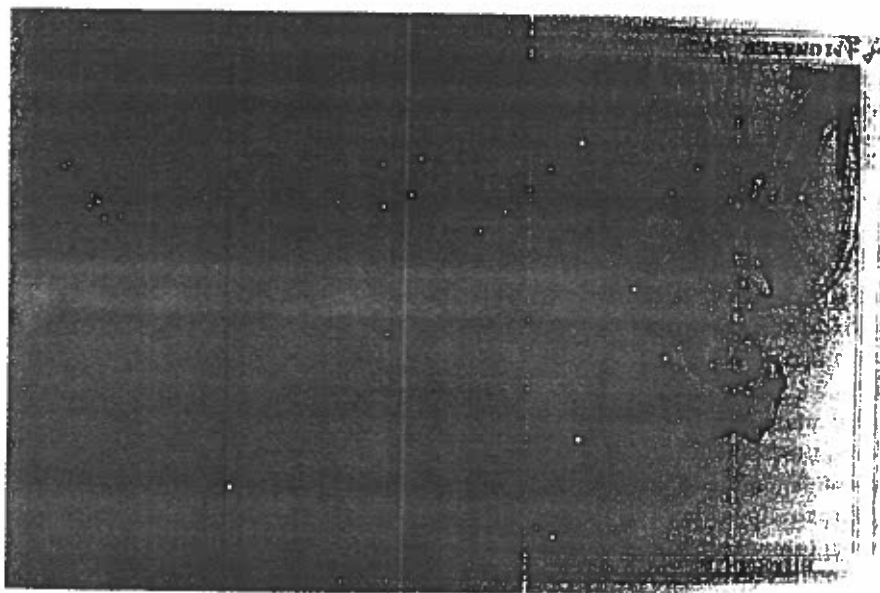


Fig. 6.2. "Sopa de Monstros, comunicante chamada água do Tâmisa. Uma correta representação de desse precioso líquido que nos é distribuído. Microcosmo dedicado à Companhia de Águas de Londres." Cartum de Paul Fry, 1829.

oferecia um sério risco para a saúde, apenas em 1854, quando John Snow, um médico londrino, relacionou a origem de um surto de cólera à simples água de um poço, foi que a ligação entre a água e a doença foi definitivamente estabelecida. Na Londres do século XIII, tanto a Coroa quanto a administração da cidade fizeram repetidas tentativas ineficazes para diminuir a poluição do rio Tâmisa, mas o rio continuou a ser um esgoto a céu aberto (Fig. 6.2)¹³. O Tâmisa era um rio muito poluído em 1855, quando Michael Faraday se queixava, numa carta ao *Times*, de que "todo o rio é um líquido marrom-claro opaco [...] próximo às pontes a imundície desliza em nuvens tão densas que elas são visíveis da superfície"¹⁴. O ano seguinte, 1856, foi o "Ano do Fedor", e lençóis embebidos com desinfetantes foram pendurados no Parlamento para combater o mau cheiro do rio¹⁵. Um século mais tarde, na década de 1950, o Tâmisa era ainda tão poluído que nele não existiam peixes por um trecho de 70 km nas proximidades de Londres¹⁶.

13. John Doxat, *The Living Thames: The Restoration of a Great Tidal River*, Londres, Hutchinson Benham, 1977, p. 32.
14. *Idem*, p. 36.
15. *Idem*, p. 35.
16. Alwyne Wheeler, "Fish in an Urban Environment", em Ian C. Laurie (ed.), *Nature in Cities*, Chichester, Wiley, 1979, p. 163.

Epidemias recorrentes castigavam cidades norte-americanas e europeias do século XIX com uma frequência terrível. Epidemias de cólera atingiram Londres em surtos sucessivos: em 1832, 1848, 1849, 1853 e 1854. O cólera matou 3 500 nova-iorquinos entre junho e outubro de 1832; durante o auge da epidemia, 100 mil pessoas, aproximadamente a metade da população, abandonaram a cidade de Nova Iorque¹⁷. Organismos patogênicos – bactérias, protozoários, vermes, vírus e fungos – são responsáveis por surtos de doenças geradas nas águas. As doenças que causam variam de infecções bacteriológicas potencialmente mortíferas, como cólera e febre tifóide, a parasitas intestinais e doenças de pele. Muitos patógenos atingem as águas através das fezes humanas e animais. Esgotos sanitários inadequadamente tratados e águas pluviais respondem por quase toda a contaminação da água por patógenos. Com a melhoria do sistema de tratamento de esgotos, os organismos patogênicos presentes nas águas das drenagens superficiais assumem uma nova importância, até recentemente pouco reconhecida. A água da drenagem superficial tem a contaminação bacteriológica de um esgoto diluído e, frequentemente, excede as concentrações consideradas seguras para esportes aquáticos em duas a quatro ordens de grandeza¹⁸. A população canina das cidades contribui com uma enorme quantidade de esgoto não-tratado nas águas pluviais. As águas próximas aos bueiros e saídas de esgotos sanitários apresentavam as maiores taxas de concentração de elementos patogênicos, e são mais contaminadas imediatamente após um temporal.

O espectro de epidemias e doenças causadas pelas águas que perseguia as cidades no passado parece ter sido encerrado, no século XX, pelos sistemas de tratamento de esgotos e pela cloração das águas de abastecimento público. Mas novos venenos ameaçam agora a água de beber. O impacto do cólera e das febre tifóide era sentido da noite para o dia, e sua causa, uma vez reconhecida, era rapidamente erradicada. Em contrapartida, os efeitos dos novos venenos são gradualmente acumulativos. As doenças que geram e as mudanças genéticas que precipitam não se tornam plenamente evidentes durante anos, a tal ponto que não podem ser rapidamente removidas do ambiente. Para completar mais as coisas, muitos desses poluentes têm efeitos sinérgicos que aumentam sua toxicidade: alguns combinam com o cloro para produzir novos compostos tóxicos¹⁹.

A Secretaria de Proteção Ambiental dos Estados Unidos identificou 129 "poluentes tóxicos principais", incluindo metais pesados, pesticidas e tóxicos orgânicos. Muitos são venenosos mesmo em concentrações extremamente pe-

17. Nelson M. Blake, *Water for the Cities: A History of the Urban Water Supply Problem in the United States*, Syracuse, N. Y., Syracuse University Press, 1956, p. 112.
18. Richard Field e John A. Large, *Countermeasures for Pollution from Overflows: The State-of-the-Art*, Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 1974, p. 3.
19. U. S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality - The Ninth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1978, p. 139.

quenas e, em pequenas quantidades, por um longo período de tempo, podem causar danos neurológicos, câncer, abortos e defeitos genéticos. Concentrações extremamente baixas, mas danosas, de metais pesados, pesticidas e produtos químicos orgânicos são frequentemente difíceis de ser detectadas e removidas da água²⁰. A existência de tantos elementos tóxicos também complica tanto sua medida quanto o seu impacto. Elementos químicos tóxicos são uma sequência dos processos industriais modernos, das práticas agrícolas e do consumo de combustíveis. Poluentes tóxicos atingem os cursos d'água, rios e lagos em descargas industriais, no escoamento das águas urbanas e na precipitação da poeira urbana; eles se infiltram nos lençóis freáticos vindos de aterros sanitários, de áreas de deposição de resíduos tóxicos e de vazamentos químicos. Um estudo sobre a qualidade da água superficial feito em 1967 pela Secretaria de Proteção Ambiental dos Estados Unidos demonstrou que os metais pesados e os poluentes orgânicos sintéticos são um problema significativo e comum em águas próximas às áreas industriais²¹. Enquanto a indústria processa o lixo com mais eficiência, a drenagem das águas das cidades vem se tornando a principal fonte de poluentes tóxicos. Cada precipitação mais significativa de chuvas carrega a sujeira e detritos das ruas da cidade para os sistemas de águas pluviais, e com eles os metais pesados e outros materiais tóxicos, óleo e graxa.

A eutrofização e as temperaturas mais elevadas, o aumento de sais nutrientes e a perda do oxigênio dissolvido degradam a qualidade da água nos rios, córregos e lagos urbanos. Esses fatores têm efeitos menos graves na saúde humana do que os elementos patogênicos e tóxicos, mas afetam drasticamente a vida aquática e podem produzir uma água suja, malcheirosa e com gosto estranho. Os rios urbanos são lírios; os sedimentos suspensos no escoamento das águas superficiais são a fonte principal da turbidez, mas os elementos sólidos dos esgotos domésticos e das descargas industriais são também fatores importantes. Quando nutrientes como o nitrogênio e o fósforo atingem rios e lagos em grandes quantidades, provocam uma explosão de algas, que entopem os cursos d'água com plantas vivas e em putrefação. Durante a putrefação, as plantas consomem o oxigênio dissolvido e produzem um odor desagradável. Os peixes e muitas plantas aquáticas requerem oxigênio, e as espécies mais sensíveis morrem com a diminuição do oxigênio dissolvido. A falta de oxigênio foi a causa principal da falta de vida no rio Tâmis nos anos 50). Os nutrientes penetraram nas águas de superfície através dos esgotos e da drenagem que contém excrementos de animais e fertilizantes.

O caráter e gravidade do problema de poluição das águas varia de cidade para cidade. As principais indústrias de uma cidade, o grau e o tipo de poluição atmosférica, a natureza de seus sistemas de tratamento de esgotos e de drenagem

20. *Ibidem*, p. 131.
21. *Ibidem*, p. 134.

gem das águas pluviais e a existência de indústria, agricultura ou outras atividades próximas à foz de grandes rios, a jusante de milhões de fontes de poluição. O destino do suprimento de água de Nova Orleans está além do controle da cidade.

Em 1977, o Conselho de Qualidade Ambiental estudou os registros da qualidade da água em 159 cidades fornecidos pela Secretaria de Proteção Ambiental. A média de concentração de bactérias excedia níveis considerados seguros para a água potável em um quarto das amostras²². Em Filadélfia, Charlotte, Reno e Denver, as bactérias excediam os níveis de segurança em mais de 90% dos casos²³. As cidades que tiravam sua água de lagos e rios poluídos com taxas tão elevadas de contaminação bacteriana estavam às voltas com um dilema cada vez mais difícil. De um lado, a água precisa ser tratada com cloro para prevenir a disseminação de doenças epidêmicas; de outro lado, o cloro reage a alguns poluentes orgânicos para produzir novos compostos cancerígenos. O mercúrio é um problema nas doze principais bacias hidrográficas dos Estados Unidos estudadas pela Secretaria de Proteção Ambiental em 1977, em mais de três quartos das estações de medição, as concentrações excediam os critérios de qualidade da água, com valores médios oito a quarenta vezes acima dos padrões determinados pela Secretaria de Proteção Ambiental para a proteção da vida aquática²⁴. As concentrações de cádmio e selênio também excediam os critérios propostos pela Secretaria de Proteção Ambiental para a qualidade da água em no mínimo 10% de todas as amostras²⁵.

O clima regional e os padrões de precipitação das chuvas numa cidade, suas condições geológicas, a caracterização de circulação das águas em seus rios, córregos, lagos, lagoas e pântanos, os tipos de usos do solo que ocupam as áreas sujeitas a inundação, o padrão do seu sistema de drenagem de esgotos e sua forma urbana — todos esses fatores são importantes; são eles que determinam onde, quando e como os poluentes das águas são concentrados ou diluídos. Os lagos podem ser mais suscetíveis à poluição do que os rios. A água no rio flui constantemente em direção à foz; a circulação das águas nos lagos é mais complexa. O tempo de circulação, tempo que a água de um lago leva para ser completamente reposta, varia com o tamanho da bacia de drenagem do lago, o volume de chuvas que recebe e a profundidade e a área da superfície do lago. O tempo de circulação determina a suscetibilidade de um lago ou lamaçosa à poluição. Quanto maior for o tempo de circulação, mais suscetível

22. U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality — The Eighth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1977, p. 255.
23. U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality — The Tenth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1979, pp. 90-91.
24. U.S. Council on Environmental Quality, *Ninth Annual Report*, p. 134.
25. *Idem*, p. 135.

vel será o lago à contaminação, e mais difícil a sua recuperação. Portos e marnas urbanas, seja em lagos ou em rios, são protegidos contra a ação das ondas e das correntezas, tendo uma reduzida circulação de água; dessa forma, como os pequenos lagos e lagoas, são altamente sensíveis à poluição. O lixo e outros poluentes acumulam-se nas depressões e canais que recebem pouco fluxo.

Apesar de os lagos e rios serem geralmente mais contaminados que as águas do subsolo, exibem a poluição mais rapidamente e respondem mais depressa às intervenções. A qualidade da água do subsolo é menos facilmente monitorada que a água da superfície. A poluição pode se manter não-detectada até que atinja um poço, quando a fonte de contaminação é difícil de ser localizada. A água move-se muito vagorosamente através do solo, e abandonar o poço pode ser a única alternativa quando este se torna contaminado. Recorrendo a depósitos de lixo industrial tóxico, lixivia de aterros sanitários, sal de degelos das ruas, fertilizantes e pesticidas, vazamentos de tanques de armazenagem de produtos químicos e a penetração da água do mar ou de subtosos salinos estão poluindo cada vez mais os lençóis freáticos. A poluição das águas subterrâneas por resíduos tóxicos ameaça atualmente os suprimentos de água pública de Tampa, Flórida, e Atlantic City, Nova Jersey, um reservatório em King of Prussia, Pensilvânia, que abastece com água potável 800 mil pessoas, e os suprimentos de água de inúmeras outras comunidades. Muitos dos quais nem foram ainda documentados²⁶.

A ESCASSEZ DOS MANANCIAIS

Sem água, uma cidade não pode sobreviver. As disputas sobre o direito às águas foram dos mais violentos e amargos conflitos do oeste americano. Hoje, cidades separadas por um terço de continente, Denver e Los Angeles, disputam o uso da mesma água das montanhas Rochosas. Em uma década, muitas cidades enfrentarão uma grande crise de água.

A combinação de contaminação e diminuição das águas subterrâneas sempre ameaçou os mananciais das cidades. Fossas e cemitérios contaminavam poços, e lixos e esgotos poluíam rios e lagos. Até o século XX, Chicago despejava seu esgoto no lago Michigan e dele tirava sua água. Em 1891, a febre tifóide levou 2 mil vidas, numa taxa de 173 mortes em cada 100 mil cidadãos. Chicago diminuiu essa taxa de mortalidade em aproximadamente 90% ao desviar seus esgotos do lago Michigan²⁷. A construção do canal de drenagem de Chicago em 1900 inverteu o fluxo do rio Chicago, fazendo o esgoto fluir para o rio Mississippi. Isso provou ser uma solução ótima para Chicago.

26. Samuel S. Epstein, Lester O. Brown e Carl Pope, *Hazardous Waste in America*, San Francisco, Sierra Club Books, 1982, pp. 441-443.
27. Blake, *op. cit.*, p. 262.

mas criou novos problemas para outras cidades a jusante dos rios Des Plaines, Illinois, e do Mississippi. Outras cidades, como Boston e Nova Iorque, tinham optado anteriormente por abandonar os poços locais e importar água de reservatórios distantes.

A alteração na hidrologia de uma cidade pela pavimentação e por esgotos, e seu efeito tanto na oferta de água quanto na qualidade das águas já tinham sido reconhecidos bem antes do século XX. Benjamin Franklin deixou um legado a Filadélfia, recomendando que ele fosse usado para garantir um suprimento público de água. Seu testamento, lido em Filadélfia em 1790, declarava:

É sendo considerado que a cobertura do solo da cidade com calçadas e pavimentações, que carrega a maior parte da água das chuvas, e evita sua penetração na terra e a renovação e purificação das fontes, motivo pelo qual a água dos poços deve se tornar cada vez pior, sendo desse modo imprópria para o uso, como achou que aconteceu em todas as cidades antigas, recomendo que, ao fim dos princípios cem anos, se não for feito antes, a corporação da cidade compregue uma parte das 100 mil libras para trazer, por tubulações, a água do córrego Wissahickon até a cidade, e desta forma possa suprir seus moradores [...]”²⁸.

A profecia de Franklin, a respeito da poluição dos poços urbanos confirmou-se em Brooklyn, Nova Iorque. Desde sua fundação até 1947, Brooklyn dependia da água de poços. Para evitar a contaminação por fossas, os poços eram cavados a profundidades cada vez maiores. Em 1936, acompanhando a instalação de redes de esgotos e a pavimentação das ruas, seguidas de um crescente bombeamento, o nível da água desceu mais de 10,5 m abaixo do nível do mar²⁹. A contaminação pela água salobra que resultou daí levou ao abandono de virtualmente todos os poços, por volta de 1947. Com a suspensão do bombeamento, o nível das águas voltou gradualmente a subir, inundando poços e túneis, construídos quando o nível da água estava mais baixo, e causando centenas de milhares de prejuízos. Brooklyn, como muitas comunidades suburbanas cujos poços se tornaram contaminados, ligou-se ao sistema de abastecimento de água metropolitano, aumentando ainda mais a demanda por fontes de água distantes. O problema repetiu-se no restante da moderna Long Island, completamente dependente da água subterrânea, cujos poços são continuamente ameaçados pela contaminação e pela invasão da água do mar.

Aproximadamente três quartos de todas as cidades americanas obtêm seu suprimento de águas subterrâneas, e três das 35 maiores dependem das águas subterrâneas apenas – Miami, San Antonio e Memphis. Das 32 restantes, quinze retiram água dos Grandes Lagos ou de grandes rios, e doze, de uma combinação de fontes, frequentemente importando água de grandes

28. Cludio em Blücker, *op. cit.*, p. 4.
29. David Leveson, *Geology and the Urban Environment*, Oxford University Press, 1980, p. 65.

distâncias³⁰. Cada cidade não apenas compete com outras cidades, mas também com as indústrias locais para obter sua própria água. A oferta nunca conseguiu acompanhar a demanda. As cidades precisam constantemente procurar mais além a água apropriada. As cidades que a retiram de um reservatório vasto e não-contaminado de água subterrânea ou de um grande rio ou lago são exceções. A maior parte das águas da cidade de Nova Iorque vem das montanhas Catskill, a mais de 160 km; a água de Boston vem do vale Quabbin no centro de Massachusetts, 100 km além; e Los Angeles capta parte de sua água do rio Colorado, com sua fonte na vertente oeste das montanhas Rochosas, a mais de 900 km. Com seu crescimento, centros rurais e suburbanos obscurecem as fronteiras entre as cidades, e com a perda de poder político da cidade central, estas encontram mais dificuldade em apropriar-se de mananciais distantes.

Ao mesmo tempo que os suprimentos de água urbanos são ameaçados por contaminação e desperdício, a água é esbanjada. Os americanos sempre tiveram um consumo de água *per capita* maior do que os europeus. A média de consumo *per capita* em Londres, Berlim e outras sete cidades europeias era de apenas 150 litros por dia antes da Segunda Guerra Mundial. Durante o mesmo período, o consumo médio em dez cidades americanas era de cerca de 600 litros, ou quatro vezes mais³¹. Em 1975, o uso *per capita* de água nos Estados Unidos atingiu a marca de 640 litros por dia³². O americano médio consome 70 a 300 litros de água por dia em casa. Isso significa aproximadamente 24 litros para dar uma descarga numa privada, 70 a 114 litros para um banho e 70 a 115 litros para fazer funcionar a máquina de lavar. Uma torneira de pia vazando um pingo por segundo gasta 15 litros por dia. Irrigar um jardim de 750 m² requer 300 litros por dia num clima úmido e 1 900 litros por dia num clima árido³³.

Água potável não-contaminada é um recurso que está diminuindo. Usar água potável para descarga em privadas e irrigar gramados é um desperdício escandaloso. A crescente demanda industrial por água, a invenção de eletrodomésticos como máquina de lavar e a população da paisagem pastoral, que requer uma irrigação extensiva, tudo isso contribui para o uso cada vez maior de água. Na média, o uso doméstico da água é responsável por aproximadamente um terço da água retirada dos sistemas de abastecimento municipal. A indústria utiliza a água principalmente para resfriamento e responde por mais de um terço da demanda de água, na média, mas pode representar uma proporção muito maior em algumas cidades. O uso público e comercial de água e a perda de água através de vazamentos em canalizações subterrâneas respondem pelo restante. A quantidade de água perdida por vazamentos

30. *Ibidem*, p. 44.

31. Blake, *op. cit.*, pp. 271-272.

32. Leveson, *op. cit.*, p. 43.

33. *Ibidem*.

é provavelmente igual à soma de toda a água de uso público: para uso em incêndios, limpeza de ruas, irrigação de parques e água para edifícios públicos, piscinas e fontes²⁴.

Juntos, a escassez, a contaminação dos mananciais de águas e as enchentes representam as mais significativas ameaças à saúde e à segurança dos habitantes das cidades. A água compreende cerca de três quartos do nosso corpo. Nenhum outro recurso afeta a saúde de cada cidadão de forma tão íntima e continuada. Ainda assim, as cidades continuam a operar, como têm feito através da história, com sistemas de abastecimento marginais. As cidades reagem a cada crise de abastecimento de água com soluções limitadas, que tratam das necessidades imediatas pelo mais baixo custo, mas ignoram a necessidade de promover a conservação da água e de revisar os sistemas caros e obsoletos de distribuição, de armazenamento e de captação de água. Mesmo quando uma cidade sofre falta de água, a água das chuvas não consegue penetrar no solo, mas é rapidamente desviada pelo sistema de escoamento. Os parques são constituídos com mais pavimentação e menos árvores, permitindo que uma quantidade menor de água se infiltre no solo. Sistemas de drenagem carregam as águas das chuvas dos parques, e aspersores então irrigam as plantas. Prolifera uma estética de plantio de árvores e gramados que demandam água nos parques das cidades em climas áridos e semi-áridos, pressionando ainda mais o medíocre sistema de abastecimento de água e poluindo-o com fertilizantes, pesticidas e herbicidas.

Os metais pesados tóxicos e os compostos químicos orgânicos representam a maior ameaça proveniente da água à saúde, desde as epidemias das doenças infecciosas dos séculos XVIII e XIX. Depósitos de lixo e indústrias são localizados em áreas de recarga de água, e contaminantes infiltram-se nas águas subterrâneas. Os sistemas de escoamento das águas pluviais distribuem seu complemento de elementos tóxicos à água de superfície. A medida que novos empreendimentos se localizam nas cabecceiras, e habitações e indústrias ocupam e resistem às várzeas, aumentam a magnitude das enchentes e os danos que elas infligem. As cidades devem administrar seus recursos hídricos com mais inteligência. Está em risco sua própria sobrevivência!

A água é uma fonte de vida, energia, conforto e prazer, um símbolo universal de purificação e renovação. Como um fim primordial, atrai uma parte primitiva e bastante profunda da natureza humana. Mais do que qualquer outro elemento além das árvores e dos jardins, tem o potencial de forjar um elo emocional entre o homem e a natureza na cidade. A água é um elemento de qualidades surpreendentes. É um líquido, um gás ou um sólido. Absorve e transforma a energia. Transporta outros elementos em suspensão ou em solução, moldando a paisagem e nutrido a vida. Permite o ambiente terrestre – ar, terra e todos os organismos vivos. Pura, no lugar certo e no tempo certo, a água é um recurso essencial; contaminada e no lugar e tempo errados, é uma ameaça à vida.

A abundância de água potável é uma preocupação crucial para todas as cidades. A essa preocupação devemos alguns dos maiores monumentos arquitetônicos da história da humanidade e algumas das mais impressionantes obras de engenharia: os aquedutos de Roma e Nîmes e os *qanats* da Pérsia. Onze aquedutos, trazendo a água de uma distância de 16 a 95 km, supriam a Roma imperial com aproximadamente 13 milhões de litros de água por dia! Os aquedutos levavam água aos reservatórios, dos quais era distribuída para toda a cidade. Plínio descreveu este feito como uma das maiores conquistas da civilização romana:

Mas se alguém notar a abundância da água habilidosamente trazida à cidade, para uso público, banhos, chafarizes, casas, rúchos, jardins suburbanos e *villas*, se você notar os altos aquedutos necessários para propiciarem a elevação necessária, as montanhas que tiveram que ser cortadas pela mesma razão, e os vales que foram necessários alerrar, concluirá que, no mundo terreno todo, não existe nada mais maravilhosos².

A disponibilidade de água não apenas determinou a localização das cidades antigas, mas também a colocação dos edifícios em seu interior. Há mais de 3 mil anos, os persas construíram os primeiros *qanats* – túneis de muitos quilômetros de comprimento e a mais de 90 m de profundidade – para trazer a água das encostas das montanhas para as cidades nos confins do deserto. A água das cidades das montanhas era uma medida de *status*. As casas e os campos dos mais ricos eram constituídos no alto das colinas e recebiam a água primeiro. Eles a usavam e a passavam adiante. Os pobres, cujas casas e campos ficavam nas altitudes mais baixas, recebiam a água por último. Canais feitos de pedra, com desenhos similares de seus antigos predecessores, abastecem com água muitas cidades iranianas, atualmente. Os bairros residenciais mais ricos ficam ainda em lugares mais elevados, e os bairros mais pobres, em locais mais baixos. Aristóteles reconhecia que um amplo suprimento de água era essencial tanto à segurança militar quanto à saúde:

Deve haver uma abundância natural de nascentes e fontes nas cidades ou, se ela for escassa, grandes reservatórios podem ser criados para a coleta da água da chuva; estes não falharão quando os habitantes forem isolados da região por uma guerra [...] pois os elementos que mais usamos e com mais frequência para o sustento do corpo são os que mais contribuem para a saúde, e entre eles estão a água e o ar³.

As civilizações urbanas enfrentaram por muito tempo problemas de abastecimento e uso das águas, disposição dos esgotos, drenagem das águas pluviais e prevenção das enchentes. Juntos, eles provavelmente receberam mais atenção através da história do que qualquer outro problema urbano. Não há falta de modelos de soluções bem-sucedidas para esses problemas. Culturas urbanas que surgiram nos climas áridos e semi-áridos da Pérsia e do Mediterrâneo desenvolveram uma arte da paisagem que conserva e ao mesmo tempo exibe a água. Cidades como Denver, no Colorado, que recuperou seus rios para recreação e ao mesmo tempo implementou um sistema de medição da qualidade da água e de prevenção das enchentes, ilustram os muitos benefícios econômicos e sociais gerados por tais projetos. As cidades que exploram o potencial de armazenamento das cheias e do tratamento das águas dos terrenos alagadiços demonstram como parques e áreas verdes podem servir a vários usos. Muitos desses modelos, contudo, consistem em soluções para um único aspecto do problema da água: tanto a drenagem das águas pluviais

2. Plínio, o Velho, *Historia Natural*, XXXVI, 15, 24, 123.
3. Aristóteles, *Política*, Livro VII, cap. 11.

como o controle das enchentes, o tratamento do esgoto ou a conservação e suprimento de água. O abranhente e natural sistema de drenagem das águas em Woodlands, no Texas, uma cidade nova, 43 km ao norte de Houston, exemplifica as vantagens de considerar, num único esquema, a drenagem das águas pluviais, o controle das enchentes, a qualidade das águas e a sua conservação. Seja qual for a escala – de um projeto de uma vala de drenagem ou de uma fonte até um plano para toda uma região metropolitana –, a chave para alcançar soluções eficientes, efetivas e econômicas é uma compreensão das várias maneiras como as águas se movem através da cidade.

A ÁGUA EM MOVIMENTO

“Todos os rios correm para o mar, e no entanto o mar nunca transborda; para o lugar aonde os rios vão, para lá eles tornam a ir”. O ciclo hidrológico é um grande processo pelo qual a chuva cai na terra, é absorvida pelo solo e pelas plantas que nele crescem e corre para os cursos d’água e oceanos, então se evapora, retornando uma vez mais para o ar. O poder do sol e a força da gravidade dirigem o ciclo hidrológico. O modo como a água se move através do ciclo hidrológico determina a distribuição dos mananciais de água, a ocorrência das enchentes e o destino dos contaminantes dispostos no ar, na água ou na terra.

Apenas uma fração da chuva que cai nas matas rurais e nos campos corre rapidamente para os córregos, rios e lagos. As folhas interceptam uma parte da chuva, e o solo absorve a maior parte da água remanescente. Da água que é absorvida pelo solo, uma parte é retirada pelas plantas, retornando posteriormente à atmosfera através da evapotranspiração, outra parte se evapora diretamente da superfície do solo, enquanto a água remanescente se move lentamente através do solo como lençol freático. O lençol freático pode finalmente cortar a superfície do solo, nas nascentes de fontes e leitos de rios ou permanecer bem abaixo da superfície, em grandes reservatórios subterrâneos ou aquíferos (ver Fig. 7.10). Apenas nas encostas íngremes, na rocha lisa, no gelo, ou quando o solo está saturado, a água escorre pela superfície do solo. A grande capacidade do solo, e dos microrganismos em seu interior, de absorver a água e de filtrá-la, e de usar os elementos em suspensão ou dissolvidos na água previne as enchentes, assegura a qualidade da água e conserva e recupera os mananciais.

Os tradicionais sistemas de drenagem de águas pluviais nas cidades interrompem essa parte do ciclo hidrológico, com resultados desastrosos. Algumas cidades fizeram tentativas de restabelecer o elo nesse ciclo restando as

água pluviais e permitindo que elas se infiltrem no solo; outras simplesmente barram essas águas, até que os perigos de enchentes passem, e elas possam ser tratadas ou liberadas com segurança.

Algumas fontes de poluição das águas — fábricas, estações de tratamento de esgotos, erosão de áreas em canteiros de obras, despejos de águas pluviais e a precipitação do material particulado do ar — podem ser apontadas com precisão na descarga de alguma tubulação ou vala específica; outras são mais difusas. Fontes "pontuais" são rapidamente monitoradas e controladas. Pode-se identificar e medir uma descarga específica de poluentes, dar a localização precisa de onde ela atinge a água e, dados a profundidade, o tamanho do corpo d'água e o padrão de circulação em seu interior, prever o padrão provável de sua distribuição. Novas fontes "pontuais", como indústrias ou estações de tratamento, podem ser localizadas em áreas com adequada circulação de água, distantes das praias de banhistas.

Uma vez que um número cada vez maior de indústrias e municípios se conformam aos padrões hídricos federais nos Estados Unidos, fontes "nãopontuais", como a poluição atmosférica e o escoamento das águas pluviais, tendem a se tornar problemas de poluição hídrica mais críticos. As fontes não-pontuais são extremamente difíceis de ser controladas, a não ser pela coleta e tratamento de toda a água das chuvas. As estratégias de prevenção de enchentes que envolvem a retenção ou o represamento das águas pluviais prevêm um benefício para a qualidade da água, pois a maior parte dos sólidos em suspensão sedimentam-se na água parada, e muitos dos nutrientes, óleo e graxa são filtrados através da passagem da água pelo solo.

O ARMAZENAMENTO DAS ÁGUAS DAS ENCHENTES

As últimas décadas presenciaram uma profusão de abordagens inovadoras e significativas do controle das enchentes nas cidades norte-americanas. Telhados, praças, estacionamentos e parques foram projetados para armazenar as águas das grandes chuvas, e bosques e várzeas nas cabeceiras foram preservadas por sua capacidade natural de armazenamento das águas, reduzindo deste modo as enchentes e os custos dos sistemas de drenagem e, em alguns casos, permitindo o tratamento das águas pluviais. Isso tem sido alcançado, geralmente, com pequeno ou nenhum custo extra de construção, com uma inconveniência mínima, e tem resultado na conquista de novas áreas de lazer. A chave para prevenir as enchentes e minimizar a destruição que provocam está numa estratégia dupla de estocar as águas pluviais até o pico das precipitações e eliminar os obstáculos às águas nas várzeas. Esses princípios aplicam-se tanto ao projeto da cobertura de um edifício, que armazene e retenha a água das chuvas, como ao planejamento de grandes áreas de várzeas não-urbanizadas como um parque que absorva e mantenha a água no solo e nas

plantas; tanto ao projeto de uma passarela de pedestres de modo a não barrar a derivação das águas das enchentes como no estabelecimento de usos dos solos e de normas de construção nas várzeas.

O armazenamento da água das cheias e o lazer são compatíveis nos grandes parques urbanos. Parques que exploram a capacidade natural do armazenamento da água das cheias desenvolvem as margens para espaços públicos. A recente profusão de parques urbanos que servem a múltiplos usos de controle das enchentes, melhoria da qualidade das águas e recreação não apenas reflete uma nova ideia, porém, mais que isso, a redescoberta de velhas soluções. Muitos parques do século XIX e do início do século XX, agora valorizados pelo acesso a rios urbanos e lagos, foram originalmente projetados como controladores de enchentes e sistemas de tratamento de águas.

Arquitetos paisagistas e historiadores urbanos consideram o sistema de parques de Boston conhecido como Emerald Necklace como um marco no planejamento de parques americanos, mas poucos sabem que um terço do sistema foi projetado para o controle das enchentes e melhoria da qualidade das águas e não fundamentalmente para a recreação. O projetista Frederick Law Olmsted criou o Fens e o Riverway para combater os problemas de enchentes e de poluição das várzeas da Back Bay de Boston; a recreação pública foi um benefício incidental, e o próprio Olmsted objetava ao uso da palavra "parque" para o Fens, pois não o considerava um lugar apropriado a qualquer tipo de recreação além de caminhadas e passeios ao longo da margem do pantano. A declaração impressa no mapa de Olmsted, de 1881, "Plano Geral para a Melhoria Sanitária do Rio Muddy", declara este intento:

O propósito original do esquema aqui exposto é diminuir os transtornos existentes, evitar perigos ameaçadores e proporcionar um projeto permanente, salutar e gracioso para a drenagem do vale do rio Muddy. Isto deverá ser alcançado principalmente pela terraplanagem, sistematização e aprofundamento do canal e dos lagos existentes e pela exclusão das marés e dos esgotos. O propósito secundário é a utilização dos alicerces requeridos pelo destino acima para completar o passeio aqui exposto, do qual o Common, o Public Garden e a Commonwealth Avenue formam uma cerca de um terço, já concluído e em uso, e a Back Bay, agora semiconcluída, e em andamento, outro terço [Fig. 1-3].

Até recentemente, os historiadores admiravam o sistema de parque de Boston, de Olmsted, principalmente por sua conexão entre a área central da cidade com os subúrbios, numa série de parques e buevares de ligação, es- quecendo o propósito de melhoria da qualidade das águas e de controle das enchentes ao qual partes do sistema serviam originalmente. Olmsted projetou o Fens como uma depressão de formato irregular, moldada a partir dos baixos de maré (ver Fig. 7.1). A configuração e o tamanho da bacia de 12 ha permitiram que a quantidade de água dobrasse, com uma elevação do nível da

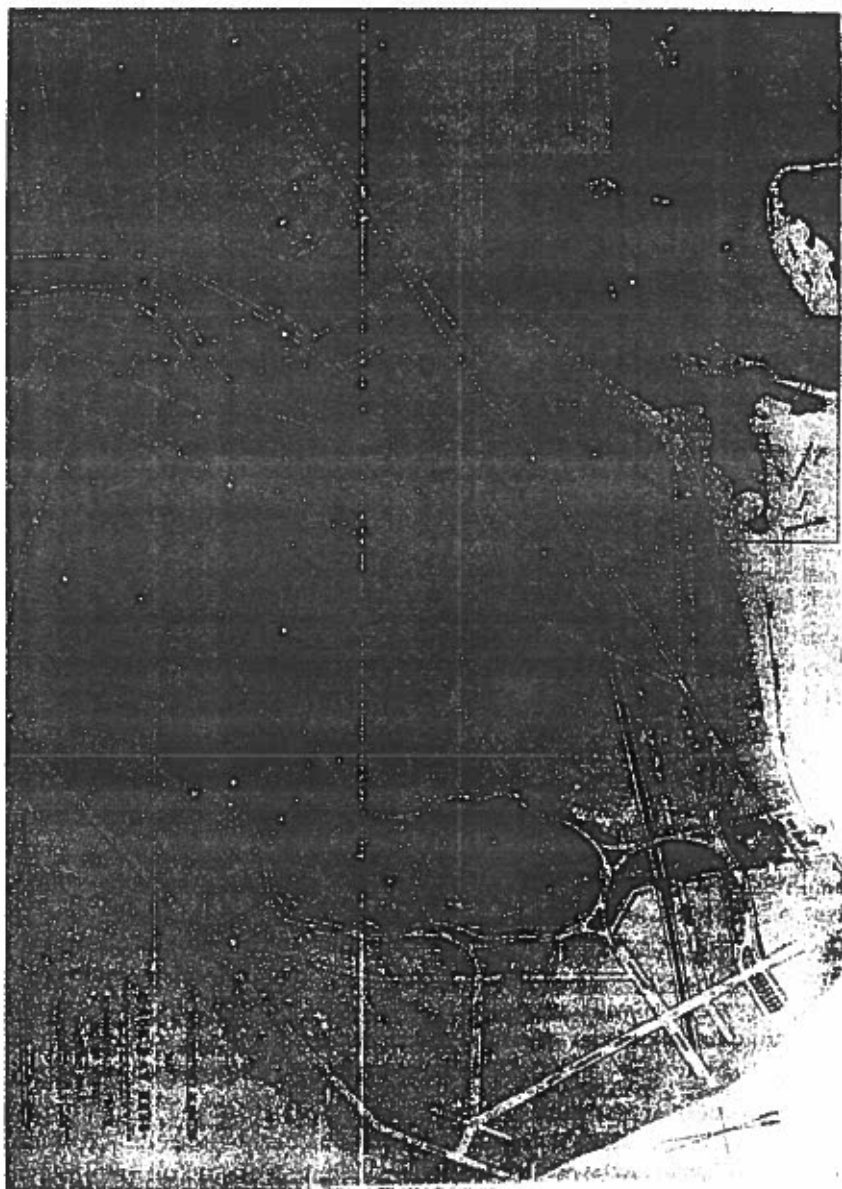


Fig. 7.1. Plano para o Fens, Boston, 1877, mostrando as bacias de retenção (a) e os canais (b) projetados para prevenir a inundação das áreas vizinhas, e a comporta de maré (c), para prevenir a estagnação da água. Os projetos modernos e "inovadores" em Chicago e Denver baseiam-se em alguns dos mesmos princípios.

água de apenas poucos centímetros; durante as enchentes 8 ha adicionais poderiam ser cobertos pela água. Ribancetas com declive suave e margens com contorno irregular reduziam as ondas. Uma comporta na entrada do rio Charles controlava os fluxos das marés para prevenir as enchentes e melhorar o fluxo das águas da bacia. Parte do plano de Olmsted era a recuperação do antigo pântano de água salobra; ele colocou nas margens da bacia plantas que pudessem resistir à salinidade da água e tolerar as mudanças do nível das águas. Olmsted sentiu que a justaposição do mangue e da cidade

seria nova, certamente, em espaços urbanos tratados, e que poderia haver um questionamento momentâneo da propriedade e dignidade dessa ação [...] mas [ela] é um desenvolvimento difícil das condições originais do local como adaptação às necessidades de uma densa comunidade urbana. Visto desta maneira, será reconhecido como natural, no sentido artístico da palavra, e possivelmente sugerirá um modesto sentimento poético mais gratificante às mentes citadinas do que um elegante trabalho de ajustamento poderia produzir.

Partes do Fens foram plantadas em 1884 e, em dez anos, tinham a aparência de uma paisagem que sempre houvesse estado ali. O rápido sucesso deve-se em grande parte à quantidade e diversidade da vegetação plantada: mais de 100 mil arbustos, trepadeiras e flores numa área de 1 ha².

O rio Muddy flui através do Fens, sendo seu atual alinhamento e forma uma criação artificial do século XIX. As margens do rio Muddy foram reneveladas, ladeadas por alaméadas, cruzadas por pontes para pedestres e veículos, e plantadas com gramíneas, arbustos e árvores para formar o Riverway (ver Fig. 7.2). Como o Fens, em algumas poucas décadas de sua implantação, o Riverway tomou a aparência de uma várzea natural que penetra na cidade (Fig. 7.3). Abaixo do nível da rua, com margens arborizadas e íngremes entre o nível da rua acima e a trilha abaixo, ele é ainda um refúgio no meio da Boston moderna. O rio Muddy sobrevive mais intacto do que o Fens. Depois que a barragem do rio Charles foi construída, no início do século XX, o pântano salobre declinou, o Fens perdeu a ajuda das marés na circulação das águas e ultimamente tornou-se uma área de aterro para o metrô e outros projetos.

Chicago, construída numa planície apenas um pouco acima do nível do lago Michigan, tem sido, através de sua história, castigada por problemas de drenagem e de inundação e tem respondido com soluções engenhosas. Em meados do século passado, Chicago elevou em 3,5 m o nível de suas ruas, suspendeu os prédios existentes e instalou um novo sistema de drenagem das águas pluviais. Depois que 12% da população da cidade morreu, em 1885, de cólera, tifo e disenteria, contraios numa mananciais de água contaminada, Chicago estabeleceu um órgão regional autônomo, o Distrito Sanitário Metro-

6 Frederick Law Olmsted, citado em Cynthia Zaitzevsky, *Frederick Law Olmsted and the Boston Park System*, Cambridge, Harvard University Press, Belknap Press, 1982, p. 57.

7 *Ibid.*, p. 188.

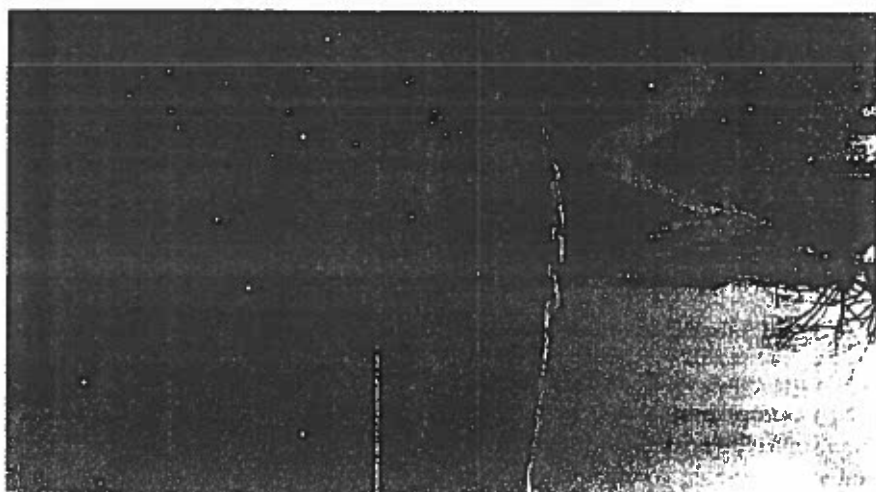


Fig. 7.2. O Riverway, Boston, cerca de 1892, mostra as margens niveladas prontas para o plantio. À direita, uma elevação separa o parque da recém-instalada linha de bonde.

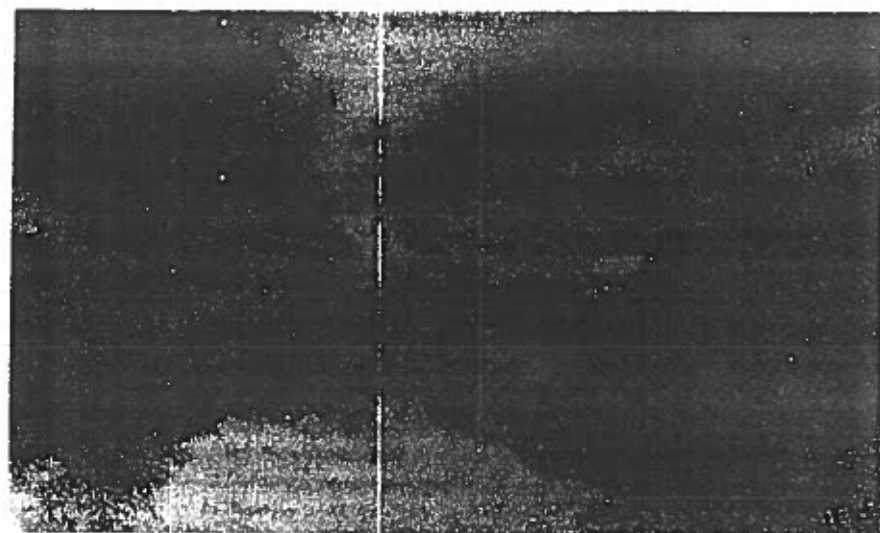


Fig. 7.3. Tendo o Riverway, aproximadamente trinta anos após sua implantação, atingido uma aparência totalmente "natural", a linha de bonde está agora escondida atrás do manto da vegetação.

poliano da Grande Chicago. Por aproximadamente um século, esta organização coordenou o sistema de controle das enchentes, o sistema de drenagem e o tratamento de esgotos. Chicago tem um sistema combinado de águas pluviais e de esgotos e usa bacias de contenção das águas pluviais, localizadas em várzeas por toda a cidade, para armazenar as águas das chuvas antes que elas atinjam os esgotos, junto com um extenso sistema de profundos túneis para estocar o transbordamento do sistema de esgotos, antes que este possa ser tirado. O Reservatório Melvin é uma das grandes bacias de retenção de água operadas pelo Distrito Sanitário Metropolitano e usadas tanto para o controle das enchentes como para a recreação. Escadas nas encostas levam ao fundo da bacia, ocupada por áreas de recreação e campos de vôlei e basquetebol. Crianças escorregam em tobogãs nas encostas de um grande morro na ponta da bacia e patinam num ringue gelado criado pela inundação de uma área pavimentada próxima à entrada da bacia. Quando inundado, o reservatório tem capacidade para 203,5 mil m³ de água*.

Estacionamentos, que respondem pela maioria dos espaços abertos e pavimentados nas cidades americanas, podem também ser projetados para reter ou até absorver a água pluvial, como foi feito no estacionamento do First National Bank, em Boulder, Colorado, onde um setor do estacionamento pode armazenar até 60 cm de água. A Consolidated Freightways, em St. Louis, Missouri, construiu seu estacionamento para reter as águas das grandes chuvas e economizou 35 mil dólares no custo do sistema de águas pluviais⁸. Fora das áreas centrais, nas áreas menos densas da cidade, pode ser preferível reter a água o tempo suficiente para que ela se infiltre no solo. Uma pavimentação permeável – asfalto poroso, pavimentação modular, cascalho –, disposta sob bre solos com boa drenagem ou em combinação com poços secos, permitirá que uma maior quantidade das águas das chuvas se infiltre no solo, ao invés de escorrer para os bueiros. Um calçamento de blocos de concreto em treliças, com grama plantada nos interstícios, é largamente utilizado em cidades europeias e tem sido empregado em algumas partes das cidades americanas como Los Angeles e Dayton (ver Fig. 3.11).

A RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

A recuperação da água é também uma função essencial. Uma estação de tratamento de esgoto pode ser atraente e até compatível com atividades de lazer, em algumas fases de sua operação. Em 1967, depois que o Estado de Michigan ameaçou processar a cidade de Mt. Clemens por poluição do rio

8. John A. Lager, William G. Smith, William G. Lyward, Robert M. Finn e E. John Finnemore, *Urban Stormwater Management and Technology: Update and Users Guide*, U.S. Environmental Protection Agency, 1977, p. 141.
9. *Ibidem*, p. 158.

Clinton, a cidade combinou um novo sistema de tratamento de esgoto com um parque¹⁰. Sistemas de esgoto e de drenagem de águas pluviais combinados compreendiam 90% do sistema de esgoto de Mt. Clemens, e o transbordamento de bueiros durante as chuvas foi em parte responsável pela poluição do rio. Depois de anos de estudo, a cidade concluiu que coletar, armazenar e tratar o transbordamento combinado era mais viável e menos caro do que separar os sistemas de esgoto e de águas pluviais, e que isso também oferecia a oportunidade de criar novas áreas verdes. Construiu uma nova estação de tratamento de águas com três pequenos lagos e um parque numa antiga área de aterro sanitário. Os transbordamentos de bueiros permanecem no primeiro lago por um a quatro dias, até que possam ser tratados na estação de processamento, então a água é liberada para aeração num segundo lago por mais sete dias. Quando o efluente tratado atinge o terceiro lago, de 1 ha e 2,7 m de profundidade, é usado para passeios de barco, pesca e irrigação da área do parque. No inverno, o terceiro lago congela, sendo usado para patinação e hóquei no gelo. A cidade planeja abastecê-lo com peixes e construir um embarcadouro para recreação no verão.

Arcaha, na Califórnia, explora as propriedades das plantas e do solo de absorverem dejetos, usando uma várzea como parte do processo de tratamento das águas servidas. Assim, recuperou e reconstruiu uma várzea degradada, junto à estação de tratamento de esgoto, para melhorar a qualidade da água após o tratamento¹¹. A várzea recuperada serve a outras funções, incluindo as de habitat da vida selvagem e de recreação (ver Cap. 13). Outras cidades, incluindo Austin, no Texas, experimentaram várzeas construídas ou naturais para tratar efluentes de esgotos. Como os sistemas de várzeas ou de plantas aquáticas para o tratamento de águas servidas requerem mais áreas do que os métodos de tratamento convencionais, são mais apropriados para cidades de pequeno ou médio porte. O perigo de introduzir concentrações de metais pesados e elementos tóxicos na cadeia alimentar limita o uso de tais sistemas quando o efluente está muito contaminado por esses poluentes. Os sistemas de tratamento por várzeas serão mais úteis no fornecimento de um tratamento avançado em que os métodos tradicionais fornecem muito caro, e poderão tornar-se mais comuns quando os sucessos de suas experiências forem mais conhecidos¹².

10. Vignish U. Mihida e Frank J. DeDecker, *Multi-Purpose Combined Sewer Overflow Treatment Facility*, *Mount Clemens, Michigan*, U. S. Environmental Protection Agency, 1975. A descrição aqui se baseia tanto no relatório como numa comunicação pessoal de V. Mihida. O parque foi menos bem-sucedido do que poderiam ter sido devido a problemas de falta de fundos
11. Esta descrição baseia-se num artigo de Robert Weirter, "Waste Not Wastewater, West: The Arcaha Experiment", *American Forest*, (88) 38-53, jun. 1982.
12. Estes sistemas foram revisados em números recentes da *Civil Engineering*, por exemplo, em artigos de Robert K. Bastian, "Natural Treatment Systems in Wastewater Treatment and Sludge Management", *Civil Engineering*, maio 1982, pp. 62-67, e Sherwood Reed, Robert K. Bastian e William J. Jewell, "Engineers Assess Aquaculture Systems for Wastewater Treatment", *Civil Engineering*, jul. 1981, pp. 64-67.

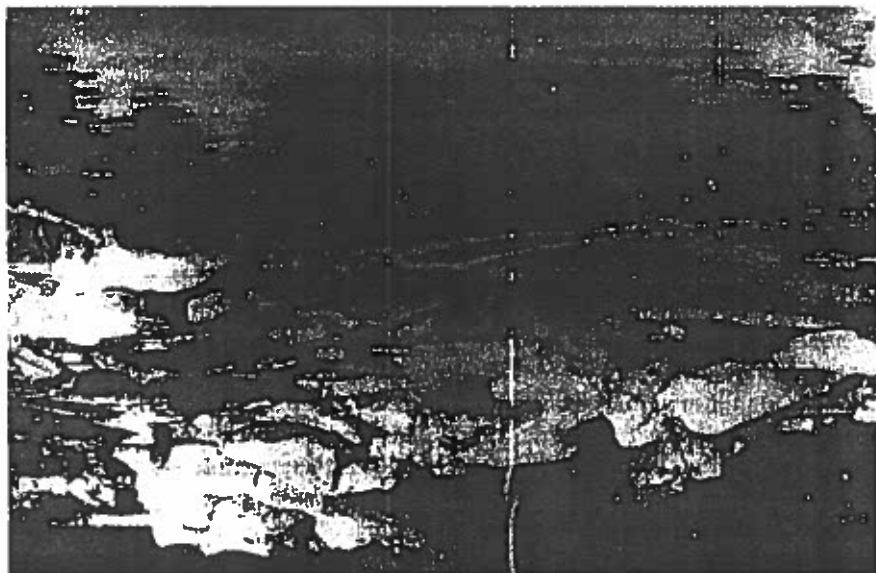


Fig. 7.4. Uma cascata de pedras no Bishop's Lodge, Novo México, parte de um sistema de esculturas e canais esculpidos projetados e feitos pelo homem para tratar os efluentes dos esgotos.

O tratamento de esgotos, além de conservar a água, pode também criar um recurso estético. A 8 km de Santa Fé, no México, uma estância chamada Bishop's Lodge constituiu um conjunto de tratamento de esgotos para prover irrigação para suas pastagens e jardins (ver Fig. 7.4). Ele constitui uma atração pouco usual na paisagem seca. Águas servidas e tratadas descem por cascatas e corredoiras através de canais esculpidos e correm de uma área mais elevada para uma grande piscina. Estas "sete piscinas mágicas" fornecem um tratamento terciário para a água servida, por sua aeração e exposição à luz solar¹³. A água despensa de uma cascata a 30 m da entrada da estância; o tratamento paisagístico e as colinas escondem a estação de tratamento. A conservação da água é um benefício importante. Anteriormente, o Bishop's Lodge usava 38 mil litros de água de poço por dia para irrigar os gramados, aproximadamente um terço do consumo diário local. A água de irrigação agora consiste inteiramente em efluentes do esgoto tratado, um exemplo que deveria inspirar cidades a explorar o tratamento de esgoto de forma econômica e estética.

13. John Burgh, "Saving Water Scenically", *Water Engineering and Management*, (129): 46, mar. 1982.

A irrigação é comumente usada para manter gramados e árvores na cidade; mas, com a escassez de água, as cidades devem explorar uma paisagem que recria mais água e seja mais tolerante às secas. A irrigação paisagística, que surgiu nas civilizações urbanas das regiões áridas e semi-áridas que circundam o Mediterrâneo, oferece muitos modelos para a cidade moderna, por exemplo, o pátio ou o jardim de inverno. Os pátios internos sustentam uma vegetação luxuriante com uma irrigação mínima, protegendo as plantas contra a desidratação dos ventos e do calor irradiado; as ruas desprovidas de vegetação da cidade realçam o conforto estético dos pátios. A jardinagem no Mediterrâneo e no Oriente Médio também explora as muitas propriedades físicas e as qualidades estéticas da água, com grande economia. Um jardim pensa consigo um efeito estético e emocional bastante grande, com apenas um pouco de água. O tratamento sutil, refinado e profundo da água no jardim hispano-islâmico faz com que um jato de água de 30 m de altura pareça, em qualquer outro lugar, uma demonstração vulgar de ostentação de poder. Uma arte que se desenvolveu no decorrer de milhares de anos e se expandiu com a religião muçulmana para o ocidente, através do norte da África, até a Espanha e, para o leste, até o Paquistão e a Índia, o jardim islâmico toma várias formas. Cada forma, todavia, reflete uma manipulação inspirada da água, empregando a visão e o ruído da água para engendrar uma fresca atmosfera de serenidade e refúgio. A água cascata através de canais esculpidos ou de canalizações até as bacias de captação. Pequenas variações na forma do canal produzem padrões de ondas que captam a luz de maneiras diversas. A água pode parecer próximo-sa como uma gemma, quando flui sobre ladrilhos azuis. Pode borbulhar até a superfície, ou fazer um arco gracioso, ou fluir como um lençol sobre uma borda modelada. Cidades carentes de água devem economizá-la, reservando a irrigação para lugares especiais ou simbólicos, ou para espaços protegidos, onde as plantas requerem uma quantidade mínima de água. A importância desses lugares precisa ser salientada. O Paley Park deve muito de seu sucesso como refúgio urbano ao contraste com o seu entorno barulhento, quente e seco.

O projeto para o Foothill College, no clima semi-árido de Los Altos, na Califórnia, como foi originalmente concebido, criava um jardim-ásis para explorar o impacto estético do contraste entre a paisagem irrigada e a não-irrigada. Os arquitectos projetaram a escola como um conjunto de edifícios que circundam um pátio central, no topo de uma colina, com um estacionamento abaixo. O pátio foi projectado como um jardim-ásis com uma vegetação luxuriante, mantida por irrigação; as encostas foram semeadas com gramíneas tolerantes à seca. O contraste entre as encostas secas e escuras e o verdejante pátio projectado empesou ao interior uma atmosfera de conforto, refúgio e renovação. Todavia, desde que a facilidade começou a irrigar as encostas também, essa atmosfera foi em grande parte perdida. Ela pode ser recuperada quando a escassez de água no Norte da Califórnia forçar a instituição a reduzir a irrigação.

Em cidades de clima temperado e úmido, as precipitações de chuva são suficientes para manter uma comunidade diversificada de plantas sem irrigação, na medida em que essa água puder se infiltrar no solo, e as plantas forem protegidas dos ventos e da radiação solar. O Chestnut Park, no centro de Filadélfia, é pavimentado e ajardinado com plantas nativas da região. A chuva que se precipita sobre o parque se infiltra por entre as rachaduras da pavimentação para o solo. Uma espessa camada de cascalho sob a camada superior do solo serve tanto de drenagem como de reservatório, armazenando a água que as raízes conseguem absorver e evitando que fiquem encharcadas. As plantas se desenvolvem e não requerem irrigação. Enquanto isso, o parque contribui para que as águas pluviais não escoem para os esgotos da cidade.

O PROJETO DA CIDADE PARA CONSERVAR E RECUPERAR A ÁGUA E PARA PREVENIR ENCHENTES

A prevenção de enchentes e a conservação e recuperação da água só poderão ser realizadas pelo efeito cumulativo de muitas ações individuais por toda a cidade. Mas o impacto de cada uma delas pode ser insignificante e até contraproduutivo, se não fizer parte de um plano global que leve em consideração o sistema hidrológico de toda a cidade e de sua região. Os problemas da poluição da água e das enchentes em um lugar podem ser gerados em qualquer outro ponto, e a solução do abastecimento de água pode, no fim, agravar a poluição da água. As soluções mais efetivas, eficientes e econômicas dos problemas da água na cidade são frequentemente encontradas a montante de onde os problemas são sentidos com mais impacto.

A bacia do rio Charles é a bacia de rio mais densamente ocupada na Nova Inglaterra. Suas cabeceiras são pouco desenvolvidas, mas as cidades de Boston e Cambridge ocupam as margens da bacia inferior. O Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos fez, em 1965, um estudo de controle das enchentes da bacia do rio Charles, concluindo que uma nova barragem devia ser construída através da foz do rio Charles para controlar as enchentes causadas pelo escoamento das águas da bacia inferior e que, nos próximos trinta a quarenta anos, deviam ser adotadas medidas de controle de enchentes rio acima para prevenir inundações na bacia inferior. Eles estimaram que estruturas de contenção de enchentes rio acima custariam 100 milhões de dólares, e em seu lugar recomendaram uma ação que requeria um décimo do custo:

O plano diretor de controle das enchentes recomendado pelo estudo desta corporação requer a aquisição federal e a proteção perpétua de dezessete importantes áreas de reservatório natural em vales, totalizando 3.500 ha. A lógica do esquema é evidente. A natureza já providen-

clou uma solução de custo mínimo das futuras enchentes, na forma de extensas várzeas que mo-
deram as variáveis extremas da correção. Em vez de tentar melhorar esse regime hidrológico estabelecido
em milênios. Na opinião da equipe de estudos, a implantação de qualquer das alternativas mais
prováveis, um reservatório de cerca de 70 milhões de m³, ou extensos muros e diques, não
aumentaria nada.¹⁴

O papel efetivo das várzeas na prevenção das enchentes foi demonstrado
quando o Corpo de Engenheiros estava empenhado nesse estudo. Em 1968, um
temporal atingiu Boston, e o escoamento das águas na bacia inferior transpôs
em poucas horas a velha barragem do rio Charles. O pico das águas a montan-
ta se encheram de água e foram liberando-a gradualmente no decorrer de um
mês. Um trecho do rio se alargou de 15 m para aproximadamente 1 605 m.¹⁵ O
segundo anel de rodovias periféricas de Boston estava em construção na épo-
ca, e, dado que a rápida urbanização ameaçava as várzeas, o Corpo de Engen-
heiros decidiu que a aquisição daquelas áreas era o método mais efetivo para
preservar sua capacidade de armazenamento das águas. Foram selecionadas
948 ha, dentre os 8 mil hectares de várzeas dos bairros médio e superior do rio
Charles (ver Figs. 7.5 e 7.6). Em 1974, o Congresso aprovou e concedeu 10
milhões de dólares para a compra das áreas para o controle natural das enchentes.
O Corpo de Engenheiros fez a primeira aquisição em 1977. Ele deleat a
propriedade da terra, e a Divisão da Vida Selvagem e Pesca de Massachusetts
faz a administração das áreas como refúgios da vida selvagem.¹⁶
Denver, no Colorado, é um exemplo significativo de uma cidade que
implementou um conjunto de estratégias abrangentes e coordenadas para a
administração de sua água. As devastadoras perdas de propriedades causadas
pela enchente de 1965 deram o incentivo para a formação de um Distrito de
Drenagem Urbana e de Controle das Enchentes em 1969. Anteriormente,
cada um dos 34 governos locais da região tinha empregado métodos diferen-
tes para calcular os riscos das enchentes e projetar a capacidade de seus siste-
mas de drenagem. Alguns projetaram sistemas de drenagem de águas pluviais
para acomodar uma chuva de cinquenta anos; outros tornaram providências
para tempestades de dois anos.¹⁷ O Distrito de Drenagem Urbana e de Contro-
le das Enchentes agora trabalha com os governos locais para assegurar a ado-
ção e a implementação de normas para o uso adequado e coerente das várzeas
e a realização de planos diretores para as bacias individuais. O *Manual de*

14. U.S. Army Corps of Engineers, *Natural Valley Storage: A Partnership with Nature*, Wallham, Mass.,
Public Information Fact Sheet, primavera 1976.
15. Frank Notardonato e Arthur F. Doyle, "Corps Takes New Approach to Flood Control", *Civil Engineering*,
jun. 1979, p. 66.
16. *Idem, ibidem*.
17. Elmer L. Claycomb, "Urban Storm Drainage Criteria Manual from Denver", *Civil Engineering*, jul. 1970,
p. 39.

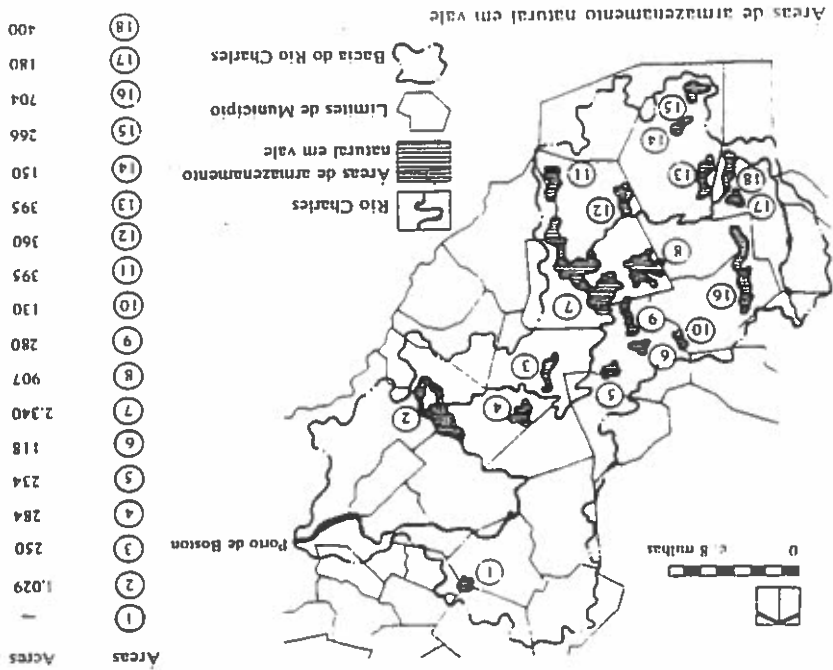


Fig. 7.5. Áreas de armazenamento natural em vale. Boston: várzeas adquiridas como parte de um programa de controle de enchentes para armazenar as águas pluviais até que o pico das cheias se precipite corrente abaixo. Os 3 400 ha de várzeas custaram um décimo do preço que os diques e as comportas de um enfoque mais tradicional teriam imposto.

Crêrrios de Drenagem das Águas Pluviais Urbanas, publicado em 1969, orienta o trabalho no distrito e assegura o controle e a drenagem das enchentes compatíveis e atuais através de toda a região metropolitana. O manual abarca questões de política, legislação e planos relacionados à drenagem das águas e ao controle das enchentes, ao cálculo da quantidade das águas que se dirigem ao sistema de águas pluviais, ao projeto dos sistemas de escoamento de águas pluviais e à mitigação dos danos por enchentes.

A cada ano, o Distrito de Drenagem Urbana e de Controle das Enchentes de Denver compila uma lista de cinco a dez projetos que fazem parte de um plano diretor, aos quais o distrito, por requisição dos governos locais, presta assessoria. O projeto deve ser multijurisdicional, e os governos locais devem concordar em pagar metade dos custos do estudo e da construção e assumir o controle depois de terminadas as obras¹⁸. O distrito mapeia a vár-



Fig. 7.6 (a). Área de armazenamento natural em vale no vertido, com o rio Charles e as várzeas adjacentes claramente visíveis.



Fig. 7.6 (b). A mesma área após as enchentes da primavera; o canal do rio e as várzeas são agora uma única entidade. As várzeas não apenas fornecem espaço para o transbordamento, mas também absorvem as águas das cheias. Tiveram essas várzeas sido ocupadas, esta água teria inundado o centro de Boston.

zeia para cem anos, prepara um estudo preliminar do trabalho a ser feito e coordena os engenheiros consultores, em nome dos governos locais. Os estudos cobrem uma bacia inteira de drenagem, em vez de projetos localizados. O plano diretor identifica onde os problemas de inundação acontecem e recomenda medidas saneadoras. Suas recomendações podem incluir a adoção de regulamentos para as áreas das várzeas e a implementação de projetos como a construção das águas pluviais, melhoria das canalizações, checagem das comportas ao longo dos cursos d'água para criar lagos e baixar a velocidade da correnteza. A cidade e o município de Denver agora exigem dos proprietários das áreas que paguem uma taxa de serviços de drenagem das águas pluviais. A quantidade de edifícios e superfícies pavimentadas na propriedade determina o valor da taxa cobrada. Em 1981, quando a taxa de serviços foi legalizada, a cidade estimou que a renda anual seria da ordem de 4,7 milhões de dólares.¹⁹

Os moradores de Denver transformam um trecho de 16 km do rio South

Platte, que atravessa a área central de Denver, de um imundo esgoto a céu abe-

to, coberto de enlulho, rodeado de lixo e de terras devolutas, em um parque

ajardinado para esportes aquáticos, reuniões públicas, ciclismo, caminhadas e

estudos da natureza.²⁰ Como o Distrito de Drenagem Urbana e de Controle das

Enchentes, o desenvolvimento do Greenway (Caminho Verde) do South Platte

de Denver tem suas raízes na desastrosa enchente de 1965. Uma grande quan-

tidade de pesquisas e relatórios acompanharam a enchente de 1965, mas pou-

co foi feito sobre o South Platte até a enchente de 1973, um ano de eleição,

que levantou a questão do rio e do risco das enchentes novamente à opinião

pública. Uma equipe de trabalho composta por nove membros, a Comissão de

Desenvolvimento do Rio Platte, nomeada pelo prefeito de Denver e financi-

do pela cidade com mais de 2 milhões de dólares em sementes, começou a de-

finiar planos para o rio, captar recursos financeiros adicionais de fontes públi-

cas e privadas e a implementar projetos para o parque.²¹

O Caminho Verde do rio Platte (Fig. 7.7) ligando o rio Platte a

com 24 km de trilhas interligadas. Com 182 ha, este é o maior parque de

Denver. Quando completado, o Caminho Verde vai se estender 40 km rio aci-

ma até o pé das montanhas Rochosas e 32 km rio abaixo até uma área de re-

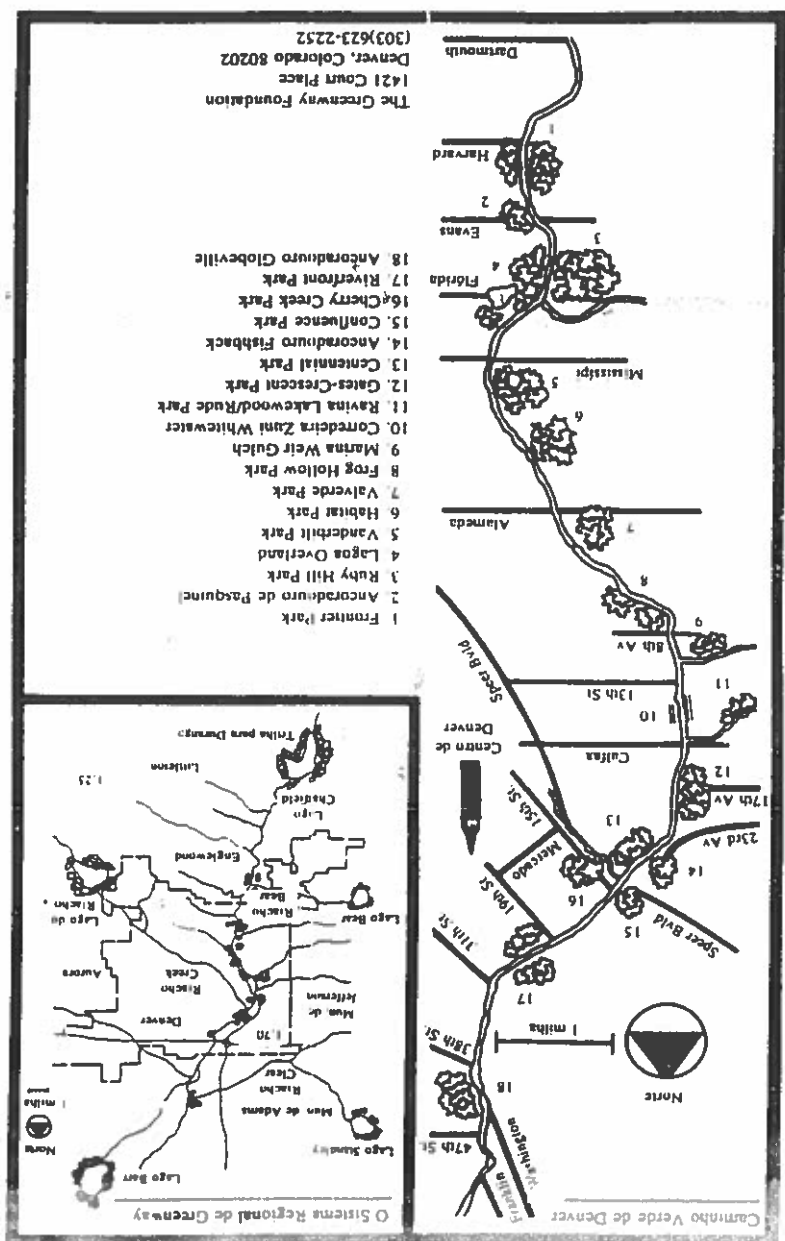
creação estadual nas planícies do rio Colorado. Seus idealizadores esperam

que as comunidades suburbanas desenvolvam trilhas ao longo dos afluentes

19. Herbert G. Pomeroy, "Better Ways to Finance Stormwater Management", *Civil Engineering*, abr. 1981, p. 68.

20. Existem inúmeros trabalhos que descrevem o Caminho Verde do rio Platte, incluindo um livro do presidente da Comissão de Desenvolvimento do Rio Platte, Joe Shoemaker e Leonard Stevens, *Reclaiming the People* (Denver, Greenway Foundation, 1981), e artigos de consultores de arquitetura paisagística e engenheiros Robert M. Stearns, "Denver: James the Urnally Platte: A Ten-Mile River Greenway", *Landscape Architecture*, 70: 382-386, 1980; Kenneth Wright e William C. Taggart, "The Reclaiming of a River", *Civil Engineering*, nov. 1976, pp. 42-46.

Fig. 7.7. O Caminho Verde do rio Platte. 20jetado para acomodar as águas das chetas, bem como atividades recreativas, o Caminho Verde é agora o principal parque de Denver, com 182 ha e 24 km de trilhas investigadas.



do rio Platte, de forma que, finalmente, 192 km de trilhas ribeirinhas continuas entrelaçarão a região metropolitana. **Até hoje** Caminho Verde de 16 km do rio Platte é agora um centro regional de remo, contornado por ciclovias e trilhas e pontuado por parques. Barragens de controle do South Platte foram projetadas para criar rem, corredeiras e rápidos para canoas, caiaques e jangadas. As competições são agora realizadas ao longo da "Corredeira do Desafio", criada artificialmente, e corridas de slalom para esportes. Num determinado ponto, onde a necessidade de uma barragem de 2,5 m para preservar a água para uma usina de energia tornava o rio intransponível para canoas, foi criada uma rampa para permitir que as canoas e jangadas ultrapassassem a barragem e, ao mesmo tempo, servir como um dispositivo de controle das enchentes. Colocaram-se diques e pedras cuidadosamente dispostas para criar uma série de remansos, corredeiras e remoinhos, ideais para a canoagem²¹. O canal central do rio Platte foi escavado e grandes matacões e rochas dispostos para criar um leito mais profundo durante períodos de baixa vazão de água. A água é agora liberada no Reservatório Chatfield a montante do rio, um elemento importante de controle das enchentes, em "doses recreativas", cronometradas para aumentar o fluxo das águas do rio para esportes aquáticos, nos fins de semana em que há maior afluência de desportistas.

Os muitos parques ao longo do rio Platte oferecem lugar para a saída de barcos e para acompanhar seu percurso através das quedas d'água e trajetos em slalom. A Comissão de Desenvolvimento do Rio Platte construiu o primeiro parque ao longo do Caminho Verde na confluência do riacho Cherry e do rio South Platte, onde a cidade de Denver foi fundada originalmente. A grande praça em terraços junto ao Confluence Park desce até o rio e permite uma vista geral da área de canoagem (Fig. 7.8). Os engenheiros projetaram o formato da praça e a margem oposta com um suave perfil para oferecer a mínima resistência às águas das enchentes e projetaram os alicerces de modo a resistirem às forças hidrodinâmicas do rio, assentando-os diretamente no leito do rio e firmando-os com pilares na sua base rochosa²². Cascalho acumulado durante anos, que havia bloqueado as águas das chuvas e aumentado o volume das enchentes, foi usado na construção dos caminhos, rampas para barcos e melhorias das margens. Um anfitrião que atravessa o rio a partir do Confluence Park foi criado com entulho dragado do rio e com o material da demolição de uma ponte destruída pela enchente de 1973. Passarelas de pedestres, que ligam o Confluence Park ao Anfitrião e margens opostas em outras partes do Caminho Verde, são projetadas de forma a não obstruírem as águas das cheias, já que a maior causa dos danos nas enchentes passadas foi o acúmulo de detritos que as pontes e barragens, que desviavam as águas para as partes adjacentes das cidades. As passarelas de madeira são projetadas para se destacarem de suas

21. Wright e Taggart, *op. cit.*, p. 46.
22. *Ibidem*, p. 45.

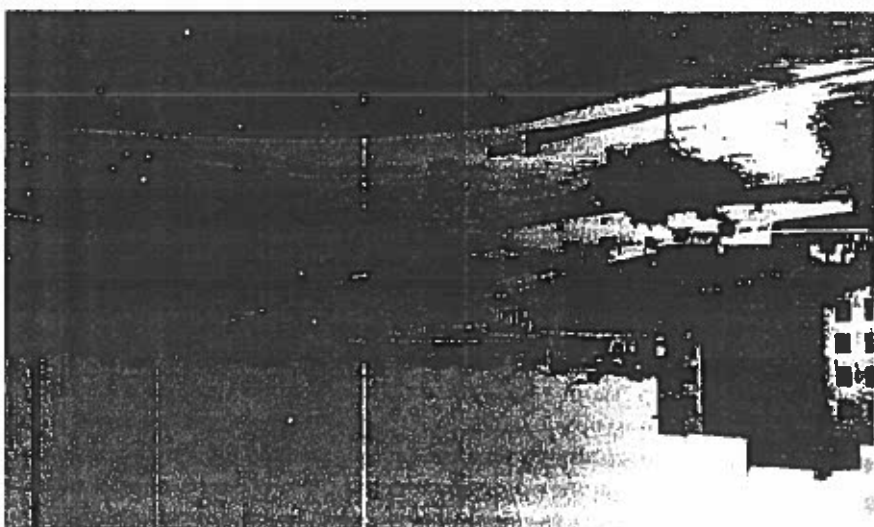


Fig. 7.8. O Confluence Park, uma praça à prova de enchentes, próxima ao coração de Denver, oferece um lugar para a saída de canoas e caiaques e uma vista da área de canagem.

parques de concreto quando as águas atingem o assaolho da ponte. Cabos amarrados à ponte vão sustentá-la contra a margem a jusante até que as águas baixem novamente⁷. Todos os parques junto às várzeas são projetados não apenas para resistirem às danos das enchentes, mas também para armazenar essas águas. O nivelamento para uma nova ciclovia do Centennial Park, por exemplo, foi baseado na hidráulica das cheias.

O plano geral desses parques de rio para caminhabilidade, ciclismo e canoagem surge de uma análise de como a qualidade da água do rio é um forte indicador da qualidade ambiental. Como consequência, muitas fontes de poluição de água foram removidas das margens do rio: um aterro sanitário foi convertido numa reserva natural, um cemitério de manufatura de todo o lado foi monitorado e a areia tornou-se o Frog Hollow Park. Foi feita pressão sobre a administração pública para não descarregar no rio o lixo e a neve descartada das ruas. As vizinhanças residenciais junto ao South Platte, muitas delas entre as mais pobres de Denver, ganharam novos parques e o ambiente junto ao rio livrou-se dos artigos aborrecimentos e riscos.

O Caminho Verde do Rio Platte é realizado pelos esforços coordenados de organizações públicas e privadas, e de cidadãos individuais. A fundação Caminho Verde do Rio Platte atua como uma instituição não-lucrativa, assenta depósitos, angariou milhões de dólares de fundações privadas,

dos governos local, estadual e federal, e de indivíduos. A fundação, apesar de privada, cooperou intimamente com a administração municipal desde o início, fundou e coordenou a implementação de projetos em nome da administração local, e depois transferiu a responsabilidade da manutenção ao Departamento de Parques da Cidade.

Telhados, praças e estacionamentos frequentemente fornecem o único espaço para a retenção das águas pluviais em áreas densamente construídas das cidades, e Denver não é exceção. A administração de Denver exige que os edifícios novos e reformados no Distrito de Renovação do Horizonte Urbano retenham as águas pluviais no local. A alternativa, melhoria do sistema de drenagem existente para acomodar o crescente escoamento das águas pluviais, teria sido demasiadamente cara e poderia aumentar as enchentes nas áreas próximas ao rio Platte. Os realizadores usaram uma combinação de telhados, praças e estacionamentos para armazenar a água das chuvas. Os telhados na área de Denver são projetados para suportar uma camada de neve equivalente a aproximadamente 150 mm de água. Os engenheiros projetaram "um anel de retenção" para se encaixar ao longo da calha de um teto plano, que armazena até 76 mm de água, e então a libera a uma razão de 12 mm por hora. Um dispositivo de segurança permite que uma precipitação muito grande transborde do anel. As praças e estacionamentos de Denver foram projetados para armazenar a água das chuvas com o mínimo inconveniente possível para os pedestres (Fig. 7.9). Uma praça rebaixada no centro de Denver, construída sobre três andares de estacionamentos subterrâneos, acomodará águas de dez anos de chuva; a água escoará diretamente para o esgoto, a uma taxa de 25 mm por hora. Os tanques não interrompem o uso das praças, pois as partes elevadas permitem a passagem dos pedestres quando as partes inferiores estão inundadas.

Códigos de obras, em muitas cidades americanas, exigem que os telhados sejam projetados para resistirem ao equivalente a 150 mm de água por um curto período de tempo (geralmente 24 horas), e algumas cidades incorporaram a retenção das águas pluviais nos telhados a seus códigos de obras. Cidades europeias como Stuttgart aplicaram a utilização de "tectos molhados" para reduzir igualmente o ganho de calor dos edifícios, e dessa forma diminuir o consumo de energia no condicionamento do ar. Se incorporada ao projeto de telhados jardins, a retenção das águas pluviais pode também se tornar um elemento estético.

Em pouco mais de uma década, Denver conseguiu um considerável sucesso na recuperação de suas águas. Imagine o quanto pode então ser alcançado na construção de uma nova cidade ainda não obscurida por edifícios, ruas e sistemas de drenagem. E o caso da nova cidade de Woodlands, no Texas, com uma projeção de uma população final de 150 mil pessoas. Quando o em-

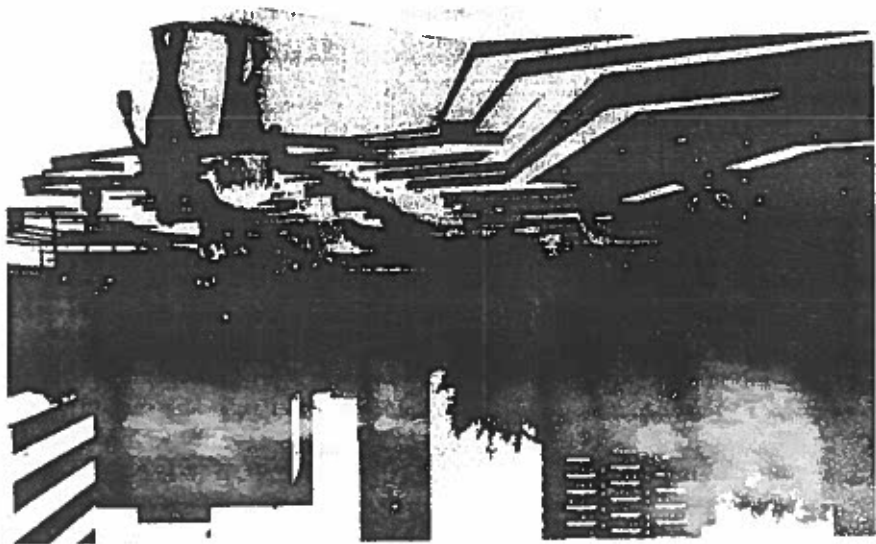


Fig. 7.9. A Skyline Plaza, no centro de Denver, armazena vários milímetros de água das chuvas, liberando-a gradualmente. Existe lugar para a retenção das águas das chuvas, mesmo nas partes mais congestionadas da cidade.

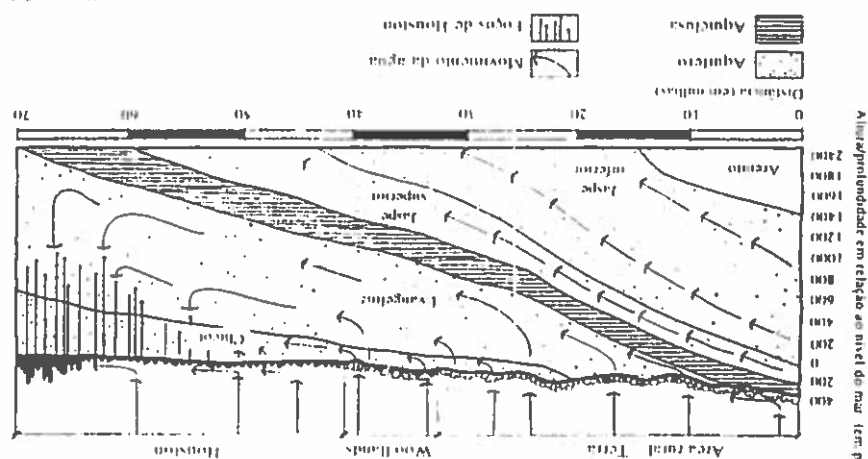
preendedor George Mitchell decidiu pela primeira vez construir uma nova cidade nos bosques de pinheiros de 8 mil hectares, ao norte de Houston, previu uma cidade que surgiria do meio dos bosques, em harmonia com as forças da natureza. Fundou a Corporação Mitchell de Energia e Desenvolvimento e empregou uma equipe interdisciplinar de urbanistas, engenheiros, cientistas e especialistas de mercado. Inicialmente, sua equipe consistia em quatro firmas. Na década seguinte, a equipe se expandiu, incluindo uma corporação com um quadro completo de funcionários e dúzias de consultores. Por volta de 1971, quando o plano ecológico preliminar e as pesquisas de mercado paralelas estavam completas, e um plano geral para a nova cidade estava em execução, a água surgiu como o fator crítico. O "sistema de drenagem natural" de Woodlands explorou a capacidade das várzeas florestadas naturais de acomodar as águas pluviais dos solos de boa drenagem de absorverem e armazenarem a água. Isso produziu o aumento do armazenamento das enchentes, com a diminuição da vazão de água normalmente associada à urbanização, mantêm a qualidade da água e recarrega o aquífero subterrâneo nos arredores de Houston (Fig. 7.10). A várzea florestada, os canais de drenagem e os solos de recarga formam um sistema de espaços livres urbanos, um sistema de drenagem natural que representa uma economia substancial sobre o custo da construção de um sistema de drenagem convencional. Quando foi proposto origi-

25. Narendra Juneja e James Veltman, "Natural Drainage in the Woodlands", em J. Toby Tourbier e Richard Westmacott (eds.), *Stormwater Management Alternatives*, Newark, Water Resources Center, University of Delaware, 1980, p. 156.
26. Os resultados desses estudos estão descritos numa série de quatro relatórios publicados pela firma Wallace McHarg Roberts & Todd: *Woodlands New Community: An Ecological Plan*, Filadélfia, WMRT, 1974; *Woodlands New Community: Phase One Land Planning and Design Principles*, Filadélfia, WMRT, 1973; e *Woodlands New Community: Guidelines for Site Planning*, Filadélfia, WMRT, 1973.

nalmente, engenheiros compararam o custo do sistema de drenagem natural com o sistema convencional e estimaram que o primeiro poderia significar para o empreendedor uma economia de mais de 14 milhões de dólares²⁵. A maior parte do terreno de Woodlands é bastante plana, com extensas áreas de solos com baixa impermeabilidade. A construção do sistema de drenagem tradicional poderia significar a destruição de grandes áreas de matas e a diminuição do nível do lençol freático, resultante da perda das árvores. Isso poderia também aumentar as enchentes e degradar a qualidade da água a jusante, o que, combinado com a extração de cerca de 57 milhões de litros de água por dia dos aquíferos subjacentes, poderia contribuir com um maior afundamento do solo na cidade de Houston (ver Cap. 4). A firma Wallace McHarg Roberts & Todd, arquitetos paisagistas e planejadores ecológicos, concebeu um sistema de drenagem natural para resolver esses problemas e permitir ao empreendedor a manutenção da sua ideia da futura cidade²⁶.

O sistema de drenagem natural é composto por dois subsistemas: um que estoca e absorve as águas das chuvas frequentes e o outro, que drena as

Fig. 7.10. Aquíferos sob Houston e Woodlands, no Texas. A cidade nova de Woodlands foi projetada de tal forma que a chuva continua a penetrar no solo para recarregar os aquíferos Chicot e Evangeline, dos quais a cidade de Houston retira sua água.



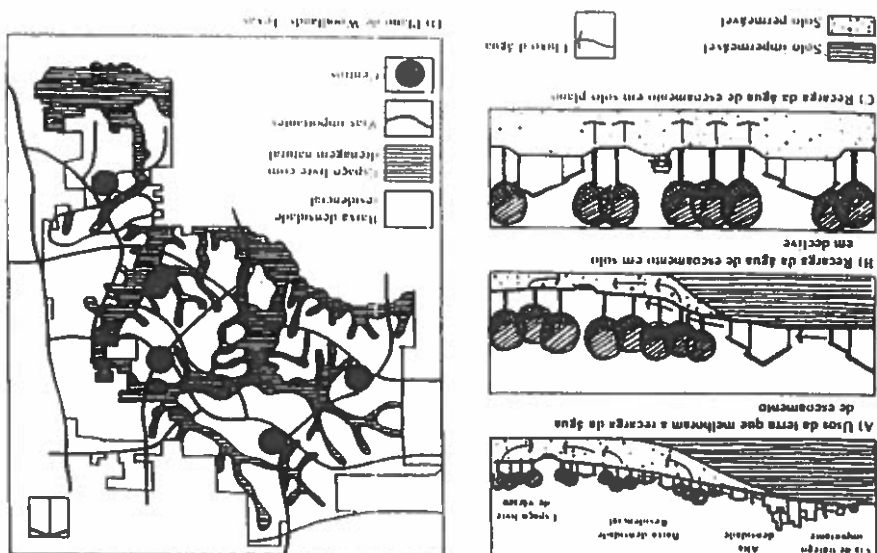


Fig. 7.11. O "sistema de drenagem natural" em Woodlands, no Texas, explora os solos com boa drenagem para absorver as águas, e os baixos arborizados e os vales de cursos d'água para escoar os aguaceiros, prevenindo dessa forma as enchentes no abaxo. O uso das várzeas arborizadas existentes para funcionarem como um sistema de drenagem das águas pluviais assegurou um sistema interligado de parques e trilhas através da cidade e economizou milhões de dólares.

águas das grandes tempestades (ver Fig. 7.11). O plano geral respondia ao sistema de drenagem principal, localizando as ruas principais e pontos mais densos nos espigões e nos pontos mais elevados, enquanto preservava as várzeas nos parques e áreas livres, e localizava as áreas habitacionais de baixa densidade na zona intermediária. O uso das várzeas, e canais de drenagem como espaços livres funcionavam, tanto do ponto de vista ecológico como

sociál. A maior parte das árvores espatulíferas da área ocorrem nas várzeas dos dois principais cursos d'água — grandes e verdejantes magnólias, carvalhos-d'água e carvalhos-salgueiros e altíssimos pinheiros. Estas mesmas várzeas abrigam uma vida selvagem nativa abundante e diversificada, incluindo cervos de cauda branca, gambás, tatuas, linces e muitos pássaros, e oferecem os corredores ao longo dos quais eles se movem. As facilidades projetadas pelas áreas de florestas, requeridas pelos propósitos de drenagem e controle das enchentes, são, na maior parte dos casos, suficientes para garantir que o sistema contínuo de trilhas para ciclismo, cavalgadas e caminhadas acompanha a rede de drenagem, ligando todas as partes da nova cidade. Embora essa rede de grandes várzeas drene as águas das grandes tempestades, solos com boa drenagem e lagoas absorvem ou armazenam a chuva

perto de onde ela cai, seja em quintais particulares como em parques próximos. Este sistema de drenagem local responde às mudanças ínfimas de topografia e solos. Ruas, campos de golfe e parques são projetados para reterem as águas das chuvas e aumentarem sua absorção por solos com boa drenagem. A manutenção da estrutura desses solos, tão essencial para sua capacidade de absorção das águas, requerem uma estrita regulamentação das atividades de construção. Áreas arborizadas, designadas como "solos de recarga", foram mantidas. Em alguns casos, a construção de edifícios se desenvolveu dentro de uma área isolada com uma extensão de apenas alguns metros em torno das fundações. Essa prática produziu uma nova cidade que parece literalmente ter brotado de entre as árvores.

Os modelos estimativos do aumento das grandes cheias em Woodlands revelaram que elas crescerão apenas 55%, em comparação com os 180% de aumento resultante do tipo de urbanização "normal" em Houston²⁷. Estudos indicam que a qualidade da água do escoamento superficial na fase I da nova cidade é muito melhor do que a de outras áreas residenciais de Houston. O teste final do sistema de drenagem natural ocorreu quando uma chuva recorde atingiu a área, em abril de 1979. Houve uma precipitação de 230 mm de chuva em cinco horas, e nenhuma casa em Woodlands foi inundada, enquanto áreas adjacentes ficaram alagadas²⁸.

Os benefícios econômicos de um sistema de drenagem natural podem não ser, em outra parte qualquer, tão radicais como em Woodlands, com suas extensas áreas planas e seus solos de baixa drenagem, mas podem, todavia, ter sentido. Woodlands é e continuará a ser um modelo de projeto de drenagem, desde os detalhes mais mundanos de pavimentação e projetos de canais até a coordenação de solos, lagos, brejos e várzeas num sistema de drenagem integral.

UM PLANO PARA CADA CIDADE

A gestão bem-sucedida da água na cidade exige três projetos abrangentes: muitas ações individuais visando o controle da qualidade das águas pluviais; o controle das enchentes; o desenvolvimento de uma estratégia para a conservação dos recursos hídricos; e o tratamento dos esgotos. Cada cidade deve desenvolver uma estrutura na qual as consequências dos esforços metropolitanos maiores, bem como os efeitos cumulativos das ações individuais, possam ser apreciados.

O fluxo da água para a cidade e através dela – incluindo de onde ela vem, como e onde é usada, tratada e despejada, e a variação sazonal desse

padrão – varia de cidade para cidade, dependendo do clima regional, das condições topográficas, das fontes de poluição e da forma urbana. Constituem as enchentes uma ameaça para a grande área da cidade? Qual o principal problema: a urbanização rio acima ou a compressão das várzeas dentro da cidade? O suprimento de água da cidade é ameaçado por poluição de águas subterrâneas ou de superfície ou pelas demandas conflitivas com outras cidades e municípios da região? O problema são os grandes poluidores industriais ou os transbordamentos combinados de esgotos sanitários e pluviais? São os picos de vazão alta e vazão baixa o problema, ou a limitada circulação da água? A identificação das áreas de maior risco de enchentes e aquelas que fornecem normalmente armazenamento das águas ajudará a visualizar uma estratégia integral de controle das enchentes. Identificar as principais fontes de poluição da água dentro da cidade, os padrões de dispersão dos poluentes nas águas superficiais e subterrâneas e os corpos d'água com pouca circulação de água ajudará a determinar os lugares mais gravemente contaminados. O conhecimento dos recursos hídricos mais significativos, aqueles que abastecem a cidade com água ou têm potencial para fazê-lo no futuro, e as áreas que são mais sensíveis à poluição da água, como áreas de recargas dos aquíferos, cabecceiras dos cursos d'água, lagos e lagoas podem ajudar na preservação desses recursos. Um plano abrangente para a prevenção de enchentes e a conservação e recuperação da água da cidade deve:

- Tratar dos problemas de enchente, poluição da água e abastecimento mais críticos da cidade, com particular atenção à redução dos riscos nas áreas mais sujeitas a enchentes ou nas áreas contaminadas.
- Proteger os recursos hídricos mais importantes da cidade, tanto os usados correntemente para suprimento de água como os que têm potencial para satisfazer à demanda crescente.
- Localizar nas cabecceiras e nas várzeas a jusante novos parques e áreas verdes para preservar a capacidade de armazenamento das águas, e para melhorar a recarga dos lençóis freáticos.
- Estimular a localização de novas indústrias, áreas para disposição do lixo e outros usos de áreas poluidoras fora das várzeas e das áreas de recarga dos mananciais, que são altamente vulneráveis à poluição das águas.
- Localizar novos edifícios públicos fora das áreas sujeitas a inundações e encorajar novos empreendimentos comerciais e residenciais a fazerem o mesmo.
- Fornecer um plano para a realocação e reconstrução após uma grande enchente.
- Explorar padrões de assentamento que possam facilitar a realocação das águas servidas após tratamento.
- Explorar a proteção das chias e a capacidade de recuperação dos alagadizcos existentes.

- Aumentar a visibilidade da água na cidade, bem como o acesso do público a ela.

Cada novo edifício, rua, estacionamento e parque na cidade deve ser projetado para prevenir ou mitigar as enchentes e para conservar e recuperar os recursos hídricos. Cada projeto deve:

- Tratar da relação entre o local do projeto e os problemas críticos da cidade; enchentes, poluição e abastecimento de água, bem como riscos específicos e recursos que existem na área ou em suas redondezas.
- Localizar e projetar edifícios e jardins que evitem os danos das enchentes.
- Explorar a capacidade dos telhados, das praças, dos estacionamentos e do solo para reter ou absorver o escoamento de águas.
- Projetar parques nas várzeas capazes de estocar as águas e resistir aos danos das enchentes.
- Projetar o tamanho, a forma e o horizonte dos corpos d'água urbanos, de modo a melhorar a circulação da água e armazenar as águas pluviais.
- Selecionar plantas resistentes que requeiram pouca ou nenhuma irrigação.
- Fertilizantes ou pesticidas e proteger as plantas contra o ressecamento provocado pelos ventos.
- Utilizar a água das grandes chuvas, desde que não estejam contaminadas demais, para atender às necessidades das plantas.
- Explorar as propriedades estéticas da água, sem desperdiçá-la.

Os problemas da água e o seu grau de gravidade variam de cidade para cidade, devendo, porém, cada uma delas administrar seus próprios recursos hídricos. As cidades, no passado e no presente, castigadas por problemas de água abriram caminhos para soluções de problemas como o controle das enchentes e a conservação e recuperação das águas. Muitos desses modelos são aplicáveis a todas as cidades, não apenas aquelas com climas áridos e sem-áridos ou com várzeas densamente ocupadas. Oportunidades para a prevenção de enchentes, para a preservação da qualidade da água e para sua conservação existem no projeto de cada novo edifício e parque, assim como em cada plano metropolitano, nas áreas centrais e na urbanização da periferia metropolitana. Quando surge uma crise de abastecimento, ela atinge provavelmente as cidades de crescimento rápido, primeiramente nas regiões áridas, mas ela se estende de inevitavelmente às cidades nas regiões úmidas também. Finalmente, cada cidade tem de projetar um plano abrangente para a gestão da água, incluindo normas para a forma e densidade urbana, nas cabeceras e várzeas, a regulamentação do uso da água, com implicações para o projeto de paisagismo, e as medidas locais para a localização dos edifícios e dos estabelecimentos domésticos e industriais.

O conhecimento para tal plano existe hoje; a substituição da água é o principal obstáculo a sua implementação. Uma vez que a escassez de água força as cidades a considerar o valor real desse líquido, o apoio para sua conservação será inevitável. Sendo a água barata coisa do passado, as chuvas serão aproveitadas, o escomento utilizado e as enchentes reduzidas. As cidades protegerão sua água contra a contaminação, recolhendo-a após tratamento. Os parques urbanos e os terrenos particulares indotarão uma paisagem tolerante as secas. O uso da água em espaços públicos será restringido, mas seu im-
pacto será poderoso. Na próxima década, os dilapidados e obsoletos sistemas de abasteci-
mento de água, de tratamento de esgotos e de drenagem das águas pluviais de muitas cidades americanas antigas deverão ser modificados. Isto importará a despesa de bilhões de dólares e uma considerável pressão sobre os centros ur-
banos mais densos. É preciso que não prevaleçam expedientes imediatistas; a oportunidade para novos projetos precisa ser aproveitada.

Parte V
VIDA

A árvore de rua é uma espécie ameaçada. Um grande parque no meio da cidade é um cliente branco, presa fácil dos planos de edificação municipais. Em 1970, Detroit, Filadélfia e Dayton cortaram mais árvores do que plantaram. Detroit removeu 10 623 árvores nesse ano e plantou apenas 2 457. Muitos lamentaram a derrubada de uma fileira de olmos, mas poucos compreenderam o quanto este fato se tornou comum e como foi pesado o seu impacto sobre toda a cidade. Embora o declínio gradual e o desaparecimento das árvores das ruas e dos parques urbanos venham sendo virtualmente ignorados, as cidades rapidamente se tornaram, como consequência direta disso, mais secas, mais quentes, menos atrativas, com enchentes mais devastadoras, mais erosão e pior qualidade de água.

Leva mais de quarenta anos para que a maioria das árvores se tornem adultas; mas nas cidades a vida média de uma árvore plantada junto às ruas é de aproximadamente dez anos. Árvores adultas curvadas sobre as ruas é uma imagem que os urbanistas assim como os moradores apreciam, mas os dias de tais árvores no centro das cidades americanas estão contados. Os benefícios ficam desaparecidos depois que as plantas se vão. Todos aqueles que presenciaram o desaparecimento de árvores adultas de uma rua podem comprovar o resultado. A rua, as calçadas e os edifícios adjacentes se tornam muito mais quentes, o ar, empoeirado. O ruído das ruas ecoando através das paredes das edificações, e

não abatido pelo "umor das folhas, parece muito mais alto. As estações não são anunciadas; os valores imobiliários das habitações próximas declinam. As árvores recém-plantadas fazem pouca coisa ou nada para mitigar o dano. Pode-se apenas rezar por sua sobrevivência e esperar mais trinta anos.

Hoje, os grandes parques do século XIX, refúgios arborizados nas cidades, estão em decadência. As árvores, expostas num gramado aparado, não conseguem regenerar-se por si mesmas; mesmo assim, não vêm sendo substituídas por novas mudas. Muitos dos parques constituídos no século passado não são mais "pulmões da cidade", mas simplesmente locais para edifícios do século XX e estacionamentos para as administrações dos parques, sociedades de horticultura, museus, zoológicos, rinquês de patinação, piscinas, estádios e escolas. As manchas verdes de qualquer mapa de uso do solo da cidade são enganosas; muitas são destituídas de vegetação. As árvores descempenham apenas um papel menor, decorativo, nos mais recentes parques centrais.

A vegetação urbana é um recurso natural, mas as atividades e os modos de vida humanos são responsáveis por influências que os processos naturais na determinação da localização e arranjo das plantas. As atividades, as formas, os materiais e a infra-estrutura das áreas urbanizadas criam novos habitats para as plantas, muitos deles hostis. A incapacidade para perceber a arborização urbana como um todo em que cada parte se ajusta a sua localização está na base da luta das plantas pela sobrevivência na cidade e levou a erros grosseiros na administração dos parques, combinados com negligência, impedem ou antecipam a manutenção essencial dos parques existentes. Até agora, quase nenhuma tentativa foi feita para um novo projeto desses parques de modo a recuperarem uma manutenção menor e, para piorar o problema, os novos parques requerem igualmente uma alta manutenção. As autoridades da cidade regulam centavos para o plantio de novas árvores, mas queimam dinheiro removendo essas árvores depois de mortas. Um legado desperdiçado, habitais hostis, uma estética dispendiosa e recursos descuidados podem, finalmente, levar a cidades desprovidas de vegetação.

UM LEGADO EM VIAS DE DESAPARECIMENTO

Em 1890, um habitante de Boston podia caminhar desde o Legislativo, através do Common e do Jardim Público, até a Commonwealth Avenue Mall, em torno do Fens e ao longo do Riverway, passar pelas lagoas Jamaica e Leverett, através de renques de árvores ao longo do Arborway, até o Arnold Arboretum e o Franklin Park. Seu idealizador, Frederick Law Olmsted, considerou esse sistema integrado de vias e parques, chamado de Emerald Necklace (Colar de Esmeralda), um de seus melhores trabalhos. Na virada do século, nenhum outro se comparava a esse nos Estados Unidos.

O Emerald Necklace foi um prêmio arduamente conquistado, obtido por meio de repetidas pressões e negociações para sobrepujar as dificuldades ambientais, políticas e financeiras. Em 1870, o potencial do Fens e do rio Muddy para um parque não era evidente, como tampouco o era a necessidade de um grande parque arborizado nos limites da cidade. Olmsted e a comissão de parques de Boston, que foi conquistada por seus persuasivos argumentos, anteviu o futuro crescimento da metrópole. Eles projetaram e implantaram o Emerald Necklace não apenas para o prazer, mas também para a saúde e economia dos habitantes contemporâneos e futuros de Boston.

Hoje, o Emerald Necklace está partido e embaçado, suas alamedas cortadas por elevados, as sendas para cavalgadas e trilhas convertidas em passagens para automóveis e os parques em declínio. O Emerald Necklace representa a visão do século XIX e a negligência do século XX. Ele foi sistematicamente degradado no século XX, algumas vezes conscientemente, outras vezes por ignorância. As alamedas foram as primeiras vítimas. As faixas separadas para veículos, passeios, cavalos e pedestres, e para o acesso às casas vizinhas, foram alargadas e convertidas em pistas para carros, em resposta à demanda por mais estradas para ligar o centro ao subúrbio. Os pedestres têm de enfrentar um tráfego intenso para alcançar as estreitas ilhas de árvores remanescentes. A antiga ligação entre a Commonwealth Avenue e o Back Bay Fens e agora um acesso a uma via expressa. A administração municipal aborcionou firmemente os espaços livres dos parques também, permitindo que a Sears & Roebuck construísse um estacionamento no Fens e que a Comissão do Distrito Metropolitano construísse um ringue de patinação fechada, próximo ao lago Levee. Em 1975, novos caminhos, sarjetas e bocas-de-lobo foram instalados no Boston Common; essas obras mataram mais árvores num único ano do que a doença do olmo-holandês, em três anos. Os pedestres têm cem-instalados drenaram as águas com tanta eficiência que as árvores morreram que ser regadas por caminhos-pipa e mangueiras nos anos seguintes.

Os tão queridos olmos da Commonwealth Avenue Mall foram quase mortos, mais por excesso do que por falta de cuidados. A cidade construiu um dispendioso sistema de irrigação para as árvores, ao custo de 100 mil dólares por quarteirão. A construção do sistema causou um grande dano às raízes. Uma vez instalados, os controladores automáticos ligavam os aspersores todas as noites. A irrigação abundante, aliada ao fato de que a avenida está apenas alguns metros acima do nível do mar, fazia com que o solo ficasse sempre saturado. Depois de alguns anos, as árvores definharam e suas raízes apo-

4 Foster, "Kours", p. 31.
Proceedings, 15, 1978.

3 Keith S. Foster, "Bio-Engineering for the Urban Ecosystem", *Metropolitan Tree Improvement Alliance*

O trágico caso do Emerald Necklace parece uma comédia de erros. É difícil imaginar que essa inépcia de administração possa ser generalizada, mas Boston é a regra, não a excepção. Os responsáveis pela manutenção dos parques e das árvores das ruas, frequentemente, não os valorizam ou não sabem como tratar deles. Em algumas cidades, a responsabilidade cabe ao Departamento de Obras Públicas, cujo maior compromisso é a construção de vias e a manutenção da infra-estrutura, como o sistema de águas pluviais. As áreas verdes são muitas vezes vítimas dos departamentos de obras viárias e instituições públicas que necessitam de espaço para se expandir. O misto previu o uso das áreas verdes para edificações e a manutenção deficiente para uma das grandes ameaças aos parques urbanos e viveu o suficiente para ver seus medos se justificarem. Se cada projecto proposto para o Central Park na cidade de Nova Iorque tivesse sido implementado, o parque poderia agora abrigar apenas poucos edifícios circundados por jardins. Apenas as propostas para a construção de igrejas poderiam ter acabado com o parque em 1918, se tivessem sido aprovadas. Outras propostas incluíam cemitérios, vias expressas, palácios de exposições e até um teatro de ópera. Apenas o Metropolitan Museum of Art foi realmente construído.

Algumas cidades empregam engenheiros florestais ou botânicos para cuidar da vegetação urbana, mas isso não consegue garantir uma administração mais adequada. Influenciados por considerações políticas, por interesses mais populares e por compromissos minúsculos, os esforços dos engenheiros florestais podem ser anulados. Em Dayton, Ohio, moradores bloquearam o plano municipal de administrar as árvores urbanas como se fosse um recurso renovável. O engenheiro florestal planejou o corte das árvores das ruas e dos parques enquanto ainda fossem comercializáveis, pagando desse modo tanto pelo custo da remoção quanto por sua substituição por novas árvores, enquanto angariava um recurso extra para o aumento do orçamento do Departamento de Parques. O plano foi uma aplicação do "corte selectivo", um método-padrão de administração florestal para a vegetação urbana. Nesse plano, apenas as árvores doces ou com mais da metade de galhos mortos seriam cortadas. O engenheiro florestal seleccionou 133 nogueiras e carvalhos para corte, e a municipalidade promoveu uma concorrência entre madeiras para o plantio de Parques planejava gastar no replantio de 159 novas árvores, de 3 a 4 m de altura, lucrando assim 110 mil dólares. Mas a reacção popular foi imediata e violenta. Na contravérsia resultante, moradores, membros do Sierra Club e da Audubon Society moveram uma acção contra a administração local. Dois especialistas do Departamento de Recursos Naturais de Ohio foram chamados para rever a decisão da municipalidade. Um, engenheiro florestal, aprovou o plano de manejo das árvores da cidade; o outro, um naturalista,

opôs-se ao plano e defendeu "que a natureza seguisse o seu curso". O tribunal decidiu contra a cidade, e um imaginoso plano para a manutenção da vegetação urbana foi suspenso antes que sua implementação se iniciasse. A questão da preservação *versus* a administração divide os ambientalistas. E isso precisa ser discutido e resolvido. Deixar a natureza seguir seu curso é uma questão difícil de ser defendida na cidade, em que a maior parte da vegetação ornamental é cultivada e sobrevive graças à atenção do homem e em que o uso intensivo dos espaços causa grande desgaste aos ecossistemas naturais. O custo dessa atenção é uma função tanto de fatores humanos quanto naturais; habitat; estética.

HABITATS HOSTIS

A vegetação urbana deve conviver com inúmeras pressões biológicas físicas e químicas: muita ou pouca água; temperaturas muito elevadas ou muito baixas; atmosfera, água e solo contaminados; pragas e doenças. Muitas plantas não conseguem sobreviver de modo algum; outras sobrevivem num estado de desespero e angústia. A cidade contém uma grande variedade de habitats dentro do mosaico de edifícios e pavimentação. Alguns habitats são extremamente desfavoráveis, e a quantidade de plantas que conseguem sobreviver é muito reduzida; outros são menos e suportam uma variedade maior de vida vegetal. Infelizmente, os espaços públicos mais valorizados da cidade estão entre os mais desfavoráveis: ruas, praças e parques podem agravar os piores problemas do ambiente urbano.

A expectativa de vida de uma árvore na calçada, como foi dito, pode não ser de mais de dez anos. A morte da árvore de calçada comum é devida à sua luta diária pela sobrevivência, na qual a árvore se enfraquece progressivamente, ano após ano e, finalmente, sucumbe a uma enchente ou seca que uma árvore saudável poderia facilmente superar. Uma calçada não oferece o espaço, os nutrientes ou a água de que uma árvore necessita para crescer. É um ambiente hostil à vida (ver Fig. 8.1).

As árvores das ruas, dessa forma, levam uma vida marginal, suas raízes presas entre as fundações das edificações e das ruas, entrecortadas entre as linhas de telefones, eletricidade, gás e água, e envolvidas por um solo tão compacto e infértil como o concreto. Seus troncos são entalhados pelos para-choques dos automóveis, correntes de bicicletas e até pelas grades instaladas para protegê-las. Seus galhos são podados pelos ônibus. Folhas e cascas são fustigadas no calor refletido pelo calçamento e pelos muros ou condenadas a um

6. Esta controvérsia não é nova. Ver Keith Thomas, *Man and the Natural World: A History of the Modern Sensibility*, Nova Iorque, Pantheon, 1983, para um estudo de suas origens e evolução.

Pressões urbanas sobre as árvores de rua

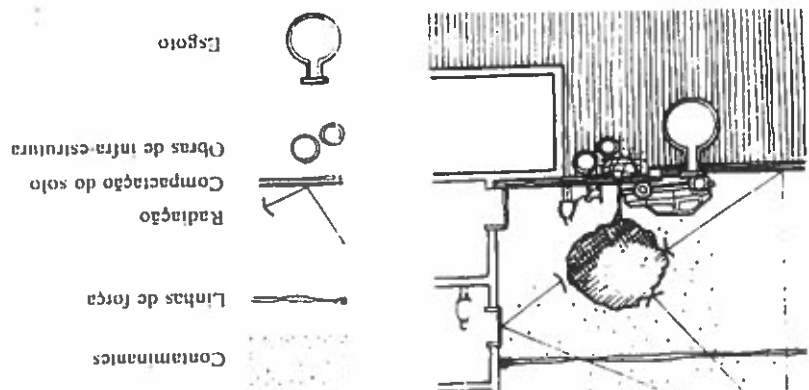


Fig. 8.1. As árvores de rua convivem com grande pressão: calor intenso ou muita sombra que impede o crescimento; danos causados por carros ou por vandalismo; superfície pavimentada e compactação do solo; insetos; águas contaminadas e limitado espaço de rolo. Não admira que a vida de uma árvore urbana seja de apenas dez anos.

forma perpetua pelos edifícios adjacentes. As raízes são encharcadas ou ressecadas pelo excesso ou pela falta de água; em qualquer caso, sua capacidade de fornecer nutrientes essenciais à árvore é drasticamente reduzida.

O equilíbrio precário entre a sobrevivência e a extinção é facilmente perturbado. Uma agressão mais pode significar a diferença entre a vida e a morte. Ventos violentos numa esquiagem na base de um alto edifício aumentam a perda por evaporação da preciosa água. Salts provenientes dos componentes do degelo e da urina dos cães alteram a pressão osmótica da água no solo circundante, e dessa forma mais umidade é retirada das raízes das árvores. Vazamentos das tubulações de gás envenenam as raízes, enquanto o ar, contaminado pela emissão dos escapamentos dos carros e das indústrias e pelo excesso de material particulado, mais venenoso e sufoca as folhas de espécies mais sensíveis. O fato de a árvore de ruas e calçadas sobreviver de alguma forma é mais surpreendente do que o desfecho curto sua média de vida.

(Pequenas diferenças no ambiente físico das ruas fazem uma enorme diferença na taxa de sobrevivência. As ruas poderiam ser projetadas para fornecer as raízes das árvores o espaço, o ar e a água que elas requerem. Em vez disso, práticas correntes agravam as condições já hostis. As ruas do centro das cidades são inteiramente pavimentadas de uma fachada a outra dos edifícios. As árvores são plantadas em pequenas covas. A pavimentação impermeabiliza a superfície do solo e não permite que a água ou o ar alcancem suas raízes abaixo. A forma das árvores de ruas reflete a pressão hídrica a que estão ex-

postas. Uma árvore de rua ressecada assume o mesmo comportamento de crescimento de um clima desértico, uma forma adaptada para conservar a unidade: crescimento lento, folhas pequenas, casca grossa e troncos curtos e grossos. As folhas pequenas têm uma área superficial menor para a perda de água por evaporação. A casca grossa forma uma camada protetora em volta do cerne vital úmido.

Galhos longos e espiçados numa árvore jovem refletem um rápido crescimento, sustentado por uma combinação ideal de água, sol e nutrientes, uma forma típica de uma muda recém-plantada de um viveiro. Sob condições normais, a árvore atinge seu tamanho poucos anos após o transplante, mas as árvores de calçadas são frequentemente congeladas em sua forma juvenil. À primeira vista, parecem recém-plantadas. Examinadas de perto, percebem-se fugas paralelas, densamente espaçadas, que marcam o pequeno crescimento anual de cada ramo, cicatrizes deixadas pelo broto terminal de cada ano. Os

bordos noruegueses da Charles Street em Beacon Hill, Boston, normalmente árvores de florestas de grande porte, têm mais de dez anos, apesar de seu pequeno tamanho e copa rala. As linhas de crescimento de seus ramos mostram um crescimento de apenas 0,5 cm por ano, insuficiente para que alcance a forma de uma árvore adulta. Num ambiente mais favorável, essas árvores podem bombar e exsudar cerca de 340 litros de água por dia. Apenas uma fração desse total atinge as raízes das árvores na Charles Street, e 0,5 cm de crescimento anual é o máximo que esse aspero ambiente permite. Árvores de floresta como o bordo-norueguês acostumaram-se ao clima úmido e temperado das florestas, onde se desenvolvem. Ali, as árvores são rodeadas por outras árvores, protegidas do sol e do vento. A superfície do solo da floresta, formada pela acumulação de folhas decompostas durante anos, é macia e porosa. Minúsculas raízes recobrem as camadas superiores do solo, a principal zona de alimentação da árvore da floresta. Num ambiente hostil, como a Charles Street, essas árvores resistem como alceões até a sua morte, quando são substituídas, como as peúnnias, que são trocadas após cada primavera nos vasos pendurados junto aos postes de iluminação.

Os bordos-noruegueses da Mount Vernon Street, a um quarteirão do ambiente totalmente pavimentado da Charles Street, sobrevivem melhor. Superficialmente, os dois ambientes parecem idênticos: nesse local, ambas as ruas portam estações de calçadas de tijolos, sem quintais adjacências. A diferença importante está em que as calçadas da Charles Street têm uma base de concreto impermeável, enquanto na Mount Vernon Street repousam sobre uma camada de areia que permite que o ar e a água penetrem pelas frestas, alcançando as raízes da árvore abaixo. Mas tijolos sobre areia são uma pavimentação antiga. Tijolos são vistos como mísseis em potencial e são agora, quase sempre, assentados em concreto, cimentados juntos, como os da Charles Street. Como na Commonwealth Avenue, as árvores das calçadas frequentemente morrem mais por excesso de água do que por sua falta. O solo junto às

raízes pode-se tornar saturado, um paradoxo causado pelo subsolo compactado e pelos modernos métodos de plantio de árvores. Quando as árvores das ruas são plantadas em pequenas covas em solo compactado, as raízes e a camada superior do solo ao seu redor ficam aprisionados como se tivessem sido plantadas num vaso de concreto. O resultado é a "síndrome da xícara de chá": a água que escopa pela cova não consegue ser drenada através do solo compactado abaixo. Chuvas pesadas ou vazamentos do cano de água podem inundar as raízes das árvores, impedindo que o ar chegue até elas. As raízes tornam-se encharcadas, e, em vez de desidratadas (ver fig. 9.3).

As árvores numa praça enfrentam situações ainda piores do que as das calçadas. Muitas praças não são construídas sobre o solo, mas sim na verdade cobertas de subsolos ou metros, e dessa forma as árvores são, geralmente, plantadas em canteiros baixos ou elevados. A profundidade do solo e seu peso são limitados pelo tamanho e pela resistência da estrutura abaixo. Raramente, é fornecida terra suficiente para manter árvores de grande porte por um longo período de vida. Um canteiro elevado, suficiente apenas para uma única árvore, é um dos piores ambientes urbanos, fato que é atestado pela grande quantidade de canteiros de concreto vazios, cheios de lixo, espalhados pelas praças. Quando as faces dos canteiros ficam expostas ao ar, a terra se compacta e seque rapidamente, e as terras raízes são alienadamente assadas e congeladas, em algumas vezes localizadas nas bases dos edifícios, onde ventos violentos desidratam as árvores e o solo.

Os grandes parques urbanos, poder-se-ia pensar, fornecem um último habitat para as árvores, mas uma simples olhada nos parques da cidade, tão apreciados e tão frequentados, revela muitos dos mesmos problemas observados nas árvores das calçadas e praças. Elas são nanicas, com sua idade mascarada por sua altura, mas revelada por sua circunferência. Uma terra pesada, compactada pelos pés dos frequentadores, pelos cortadores de grama, motorizados e por caminhões de manutenção — é a causa principal do seu tamanho menor. A camada superior do solo no Mall, em Washington, D.C., entre o Capitólio e o Monumento a Washington é densa como concreto. Os olmos que se alinham no Mall têm menos de 10 m de altura, apesar de terem sido plantados há mais de cinquenta anos. Seria de esperar que um olmo dessa idade fosse considerado bem maior.

As pessoas representam a maior ameaça às árvores e aos gramados dos parques, tanto através do involuntário uso excessivo quanto por atos deliberados de destruição. O vandalismo contra as árvores na cidade é provavelmente tão antigo quanto o primeiro parque público. Ele castigou o Boston Common (que, segundo Bridenbaugh, foi o primeiro parque público dos Estados Unidos), desde que foi deixado de lado como um espaço comunitário em 1644. Reuniões comunitárias nos séculos XVII e XVIII registraram a inclinação de vandalismo e as medidas tomadas pela cidade para prevenir e pu-

nir tais atos. Em 1764, os administradores criaram muitas pela quebra de estas que persistiam em dirigir suas carroçagens e cavalos no Common. Para evitar maiores incursões, a sessão de 1771 ordenou que o Common fosse fechado por uma cerca. Naquela mesmo ano, um cidadão ofereceu uma recompensa pela identificação da pessoa que "feriu" uma árvore à beira do Common, e, dois anos mais tarde, dois vândalos foram presos por terem derubado árvores no Common⁷.

Poucas "plantas ornamentais" — das que porventura existam — crescem nos perturbados solos dos terrenos baldios, um dos mais característicos habitats das cidades americanas. Um terreno recém-desocupado é um ambiente problemático. A natureza do "solo" depende do que estava anteriormente no terreno. O "solo" de um terreno onde tenha sido demolido um edifício consiste em entulho e aterra: pedaços de tijolo ou de pedra e resos de argamassas, madeira, vidro, metal e lixo. Ele é ressecado, altamente compactado, contaminado por inseticidas e pesticidas, e contém pouca matéria orgânica. Sua superfície é dura e gelada, exposta ao verão e ao inverno e, desta maneira, muito quente ou muito frio. Apenas algumas poucas plantas podem colonizar terrenos baldios, espécies rústicas capazes de sobreviver às pressões extremas de um solo nu e alienado. São principalmente plantas anuais ou bianuais, xerófitas, que precisam de muita luz e calor, resistentes ao frio, com raízes profundas e de crescimento rápido.

É irônico que, embora essas plantas cresçam nos ambientes urbanos mais hostis e as plantas cultivadas pereçam em ambientes bem menos estressantes, as primeiras sejam desdenhadas como ervas daninhas. De um modo geral, quanto mais hostil é um ambiente, maior é o custo de manutenção das plantas, mas as flores, os arbustos e as árvores, que crescem como mato em terrenos baldios, desafiaram esta norma. A estética do paisagismo tem implicações econômicas.

UMA ESTÉTICA DISPENDIOSA

Árvores curvadas sobre as ruas e gramados verdes com árvores de sombra são uma estética paisagística popular. Para muitas pessoas, a natureza nas cidades significa árvores, arbustos e gramados nas ruas, parques e jardins particulares, mas essas plantas são, na verdade, as menos "naturais" das comunidades vegetais. A composição e o arranjo dessas plantas são função do uso do solo e do modismo mais do que de processos naturais. Nas ruas, árvores de uma única espécie são plantadas em covas equidistantes umas das outras, e

⁷ Carl Bridenbaugh, *Cities in the Wilderness: The First Century of Urban Life in America 1625-1742* (London, Oxford University Press, 1966, p. 244).

em fileiras para se obter um efeito visual uniforme. Elas somente sobreviveram uma manutenção cuidadosa e declinam com a negligência. A combinação de um ambiente urbano hostil e os organismos resistentes das prefeituras (em consequências desastrosas para essa paisagem de manutenção dispendiosa.

Nos Estados Unidos, as espécies de árvores são geralmente selecionadas de uma pequena lista, com frequência composta de não mais que oito ou dez espécies de "árvores apropriadas", as quais sobreviveram razoavelmente bem, sem maiores cuidados, nas condições urbanas. Árvores sem espinhos, sem frutas, limpas e de forma bem definida são as preferidas. As espécies entram e saem de moda, o capricho leva ao plantio em larga escala de uma única espécie, não apenas em ruas, mas por toda a cidade, parques e jardins particulares. Isso produz uma situação precária, pois ruas inteiras podem ser rapidamente despojadas de árvores, num único piscar de olhos, e uma cidade inteira pode perder a maior parte de suas árvores numa década.

Nos últimos trinta anos, a doença do olmo-holandês criou essa situação em muitas cidades americanas. Antes de 1950, o olmo-americano era uma das árvores mais comuns nas cidades do Nordeste e do Meio-oeste americano. Cidades como Minneapolis, arborizadas praticamente só com olmos, perderam a maior parte de suas árvores num breve período. Numa única década, entre 1955 e 1966, mais de 90% dos olmos das cidades de Illinois, sem um programa de controle de pragas, morreram. Mesmo prefeituras com um programa de controle de pragas global e extensivo ainda perderam de 3 a 24% de seus olmos nessa mesma década, e 10 a 46% nos cinco anos seguintes. O custo da remoção de tantos olmos afetou os orçamentos municipais. Foi estimado que Chicago perdeu 295 mil olmos com 50 cm de diâmetro, entre 1968 e 1978, e que os custos de remoção atingiram aproximadamente 24 milhões de dólares.¹⁰ Estas perdas tiveram consequências impressionantes para a paisagem de muitas cidades americanas.

As cidades não aprenderam com a história: o plátano-londrino, o bordo-norueguês e, mais recentemente, a acácia-melira, passaram por capricho semelhante. Altos investimentos em poucas espécies custearam intensas atividades de pesquisa sobre doenças que atacavam árvores plantadas em grande escala, e esforços heróicos foram feitos para encontrar novos antidotos ou plantar apenas poucas espécies e a margear as ruas, de ponta a ponta, com as mesmas árvores, deixando uma herança de devastação potencial para a próxima geração.

Para a maior parte dos americanos, um gramado aparado com árvores de sombra adultas é o parque ideal. Esta paisagem pastoril, remanescente das

- 8 James A. Schmid, *Urban Vegetation*, Department of Geography Research Paper, nº 161, Chicago University of Chicago, 1975, p. 72.
- 9 *Ibidem*, p. 74.
- 10 Grey e Dencke, *op. cit.*, p. 148.

propriedades rurais inglesas, tem suas origens no clima fresco e úmido da Grã-Bretanha, mas tem sido repetida, através dos Estados Unidos e do mundo, sem nenhuma consideração pelo clima local. Ela tem a aparência de uma comunidade, de um pasto arborizado, mais do que de uma floresta. É uma comunidade vegetal altamente artificial, cuja persistência depende de árvores e o ambiente que elas criam. Embora o gramado necessite de menos água do que as árvores, talvez não consiga competir com as raízes das árvores pela água e nutrientes. A grama prospera ao sol e em solos quimicamente neutros. A manutenção de um gramado saudável sob a sombra das árvores requer uma batalha constante. As árvores de florestas, plantadas na maioria dos parques, como o bordo-norueguês e a castanheira-da-índia produzem uma sombra demasiadamente densa para que a grama viceje sob elas. É preciso varrer as folhas, adicionar cal no solo, cortar todos os brotos. Esta não é uma paisagem auto-regeneradora. À medida que as árvores adultas declinam, a paisagem precisa ser perpetuada pelo plantio de novas árvores.

Os antecessores do parque urbano pastoril são as propriedades rurais e as reservas de caça reais inglesas. A palavra "parque", no seu sentido original, referia-se a um pedaço de terra cercado, mantido por um proprietário real para a preservação dos animais de caça. Posteriormente, foi escindido para representar pastos e bosques ornamentais em volta das casas de campo, usadas para recreação e para a manutenção dos cervídeos. O custo nunca foi questionado na formulação dessa estética. Um exercício de jardinheiros, ovelhas e cervos mantinham o gramado e os bosques em ordem. Quando Frederick Law Olmsted projetou o Prospect Park em Brooklyn e o Franklin Park em Boston, foi acúcio que ovelhas pastassem nos grandes relevados de ambos os parques (ver Fig. 8.2). Hoje, esta tarefa requer um esquadrão de cortadores de grama movidos a gasolina e óleo. As ovelhas podem facilmente tosar as folhas da grama na base das árvores, mas grandes cortadores de grama encontram muita dificuldade para se acomodarem aos troncos das árvores. Quando cercjeiras foram plantadas no gramado ao longo da margem do Hain's Point em Washington, D.C., o custo de manutenção registrou dez vezes. Um serviço que era anteriormente realizado por uma pessoa numa semana agora requer dez pessoas, por mais de uma semana, pois segadoras manuais de 50 a 75 cm substituíram uma segadora de 4,5 m de largura, movida por um trator. O custo de manutenção desse tipo de parque é ainda maior em climas semi-áridos, como o de Denver, que não suporta naturalmente florestas. Em tais regiões, árvores e gramados precisam ser mantidos por irrigação, consumindo os escassos mananciais de água municipais. Hoje, grandes parques urbanos estão em decadência, tanto nos climas úmidos como nos semi-áridos de Chicago, Boston e Denver. Os enormes organismos necessários para mantê-los excedem os recursos dessas cidades. Grandes áreas de parques não são mais

vistas pela cidade como um patrimônio, mas como um encargo.

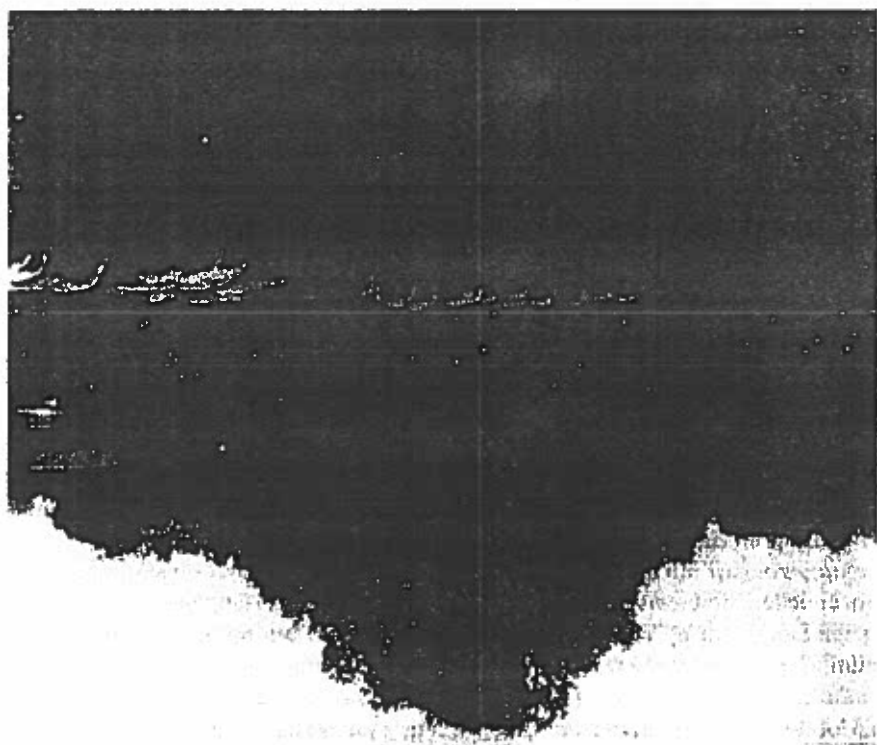


Fig. 8.2. Pastagem de ovelhas no gramado do Franklin Park em Boston, cerca de 1916, agora substituído por cortadores de grama. As ovelhas ainda pastam nos gramados de muitas propriedades inglesas.

Nem todas as plantas na cidade requerem cultivo. Enquanto as árvores nas ruas e nos parques de Finsbury, outras florescem nas frestas das calçadas e nos terrenos baldios. O ailanto, também conhecido como a árvore-do-céu e "a árvore que cresce no Brooklyn", é a rainha das árvores urbanas. Originariamente importada da China, no século XVIII, como uma árvore ornamental, o ailanto agora prospera em terrenos baldios, depósitos de lixo, quintais e rachaduras nas calçadas. Pode crescer vários metros num ano, sob as mais adversas condições. Infelizmente, o que esta árvore tem de crescimento rápido e de resistência perde em força, longevidade e elegância. É uma árvore disforme, com uma silhueta rombuda e flores de odor não muito agradável. Essas características não indicam o ailanto para os viveiristas, arquitetos paisagistas e departamento de arborização municipal. Todavia, em algumas partes da cidade, a árvore-do-céu pode proporcionar a única sombra além dos edifícios. É uma árvore democrática, que não faz distinção entre os bairros ricos e

os pobres; cresce em todas as partes da cidade. Os moradores de Roxbury, um dos bairros mais centrais de Boston, chamam-na de "palmeira do gueto". Suas áreas abandonadas dentro da cidade. Os europeus admiram a folhagem densa e exuberante e sua cor outonal vermelha e os cultivam como plantas ornamentais. Alantios, sumagres e girassóis e outras plantas de flores e áreas abandonadas e os cantos esquecidos das cidades, e fornecem gratuitamente muitas das mesmas benesses que as plantas cultivadas oferecem. Nas áreas abandonadas, embelezam aquilo que, de outra maneira, seria um ambiente desolado. Mas a maioria dos moradores da cidade são cegos à sua beleza por causa de uma estética mais domesticada. Recurso não-apreciado e negligenciado, sua energia não é aproveitada.

O custo da contínua negligência com as plantas na paisagem urbana é tangível e de amplas consequências: intensificação dos piores aspectos do clima urbano; demanda crescente de energia; redução da absorção dos poluentes atmosféricos; enchentes cada vez maiores; degradação da qualidade das águas; e, nas áreas residenciais, depreciação das propriedades. Nenhum momento em que seu valor está claramente estabelecido, muitas plantas, devido à negligência, ignorância e capricho, estão sendo erradicadas de quase todos os espaços públicos. Os parques são invadidos por vias expressas, estaionamentos e novas edificações. As proposias de corte de árvores provocam o clamor popular, mas os apelos para aumentar os ornamentos do setor de parques e áreas verdes são recusados um após outro. Apesar dos ornamentos diminuídos, parques que requerem um alto grau de manutenção continuam a ser projetados rotineiramente ou, em nome da economia, continuam-se parques sem nenhuma vegetação. As árvores de pouquíssimas espécies são plantadas em covas diminuídas nas ruas, com suas raízes encapsuladas por concreto e subsolo denso. A maioria das árvores vai sobreviver à garantia de um ano da empresa contratada, mas poucas vivem além de dez anos, e a cidade caberá um investimento a fundo perdido, lucros não-realizados e ainda a dor aguda dos custos de remoção.

A jardinagem é uma das mais antigas artes humanas, e as árvores, tornando-se veneradas por muitas culturas. O culto das árvores fazia parte das antigas religiões da Pérsia e da Assíria, para as quais uma árvore com uma correnteza em suas raízes era o símbolo da vida eterna, e o plantio das árvores, uma ocupação sagrada. Os persas ensinavam aos meninos a arte do plantio das árvores como parte de sua educação. As árvores foram um prazer para os moradores das cidades desde que Senaqueribe abriu um parque público, 2.500 anos atrás, para os cidadãos de Nínive, na Mesopotâmia. "Fiz jardins na cidade alta e na cidade baixa", disse ele, "com os produtos das terras das montanhas e dos campos ao redor, com todas as especiarias da terra dos hititas, videiras, das colinas, frutos de todos os países, especiarias, árvores que plantei para meus súditos." Diante dessa antiga prática de implantação de parques urbanos e das veneráveis profissões da horticultura e silvicultura, é impressionante que os métodos modernos de cultivo da vegetação urbana sejam tão rudimentares. As soluções necessárias para o aumento da taxa de sobrevivência das plantas na cidade e a administração de uma paisagem urbana mais econômica são relativamente simples. As plantas não são esculturas inertes e têm alguns requisitos básicos para sua sobrevivência: respondem aos seus ambientes de formas previsíveis e, quando abandonadas, se arranjaram no espaço e no tempo de acordo com princípios bem conhecidos. A alteração desse arranjo natural pela intervenção humana requer um gasto de energia.

O cultivo do bioma urbano requer uma mudança radical nos enfoques correntes de seleção e projeto dos espaços livres urbanos e no plantio e manutenção de vegetação urbana. Felizmente, existem muitos modelos viáveis para cidades que desejam assegurar a sobrevivência da vegetação urbana que elas plantam, melhoram sua beleza e reduzir os custos da manutenção. O Serviço Nacional de Parques em Washington, D.C., investiu novos métodos de plantio de árvores nas vias urbanas e de renovação das áreas degradadas dos parques. A cidade de Boston identificou "selvas urbanas" por toda a cidade como um recurso natural. Berlim está considerando a transformação de suas "selvas" urbanas num parque natural. Zurique mantém suas extensas florestas urbanas como um recurso lucrativo. Uma compreensão das plantas individuais e de suas necessidades, e da dinâmica de suas relações umas com as outras e com seu ambiente, fundamenta todas essas soluções.

AS NECESSIDADES DA VIDA

As cidades no mundo todo criam habitats similares (ver Tab. 9.1); suas rodovias, praças e lagos, parques e praças de esportes, áreas ao redor de instituições como hospitais e universidades, jardins particulares, quintais, terras improvetadas nos bregos e encostas acenudadas, e terras abandonadas em terrenos baldios, aterros sanitários, pedreiras abandonadas e áreas industriais. As espécies vegetais específicas de cada habitat variam de cidade para cidade com o clima e a cultura, mas as plantas em todas as cidades são governadas pelos mesmos processos e respondem às mesmas variáveis ambientais. A floresta urbana pode ser mantida e administrada economicamente, desde que seja projetada para se ajustar a esses processos.

Quando as plantas são viáveis, alguns poucos requisitos são essenciais para a sobrevivência. A ausência ou insuficiência de um único fator limitante, seja a água, o ar, a luz ou os nutrientes, vai resultar, primeiramente, numa redução de seu crescimento; depois, em seu declínio e morte. A taxa de sobrevivência e o tempo de vida das plantas na cidade podem, assim, ser aumentados drasticamente com uma pequena melhoria num único fator de seu habitat. Abandonadas a si mesmas, as plantas crescem em "comunidades" grupos de plantas adaptadas a fatores ambientais similares. Uma comunidade de plantas e seu ambiente são inseparáveis: ambientes equivalentes, não perturbados pelo homem, sustentam um conjunto similar de plantas (ver Fig. 9.1). Este princípio é igualmente válido nas escalas global, continental, regional e local; e pode ser aplicado com grande vantagem na seleção de plantas para a paisagem urbana.

Desde que as plantas variam em sua tolerância às condições ambientais, as espécies mais resistentes podem sobreviver onde as mais sensíveis provavelmente sucumbiriam. Uma espécie de árvore florestal, transplantada para

Tabela 9.1. Tipos de Hábitats da Vegetação Urbana

| Características da Comunidade Vegetal | Tipo de Habitat |
|---|---|
| A comunidade vegetal é uma função da moda e do uso da terra | Margens de estradas |
| A sucessão é detida | Ilhas e calçadas das ruas |
| O zoncamento é primordialmente uma resposta às atividades humanas | Auto-estradas |
| | Praças e largos urbanos |
| | Parkes |
| | Campos de esporte |
| | Áreas institucionais |
| | Pátios particulares |
| | Não-cultivados: |
| | Remanescentes de vegetação nativa |
| | Hidreicos (várzeas, brejos, pantanos) |
| | Mesicos ou xericos (encostas íngremes, ribanceras, afloramentos rochosos) |
| A comunidade vegetal é uma função de fatores ambientais e do uso da terra | Minutos |
| Estado presentes diferentes fases de sucessão | Pavimentação |
| | Corredores de tráfego |
| | Margens de estradas |
| | Estradas de serviço |
| | Canais |
| | Terra abandonada |
| uma resposta a fatores ambientais | Terrenos baldios (antigas áreas construídas) |
| | Terra devoluta industrial |
| | Águas pedregas |
| | Atérris, depósitos de lixo e estações de tratamento de esgotos |

uma via urbana, por exemplo, deverá competir com um ambiente diferente em todos os aspectos daquele da floresta na qual evoluiu e ao qual está adaptada: árvores individuais, bem espaçadas umas das outras, com o córtice e os lados inferiores das folhas expostos ao sol e ao calor refletido; pavimento e solo pouco fértil e deficiente em oxigênio; uma disponibilidade de água variável. Uma medida mais inteligente e seletiva de árvores cujo ambiente nativo seja similar ao de uma rua na cidade. Árvores de várzeas, por exemplo, competem com inundações frequentes, que impedem a acumulação de folhas secas e de greda, e saturam a terra, deixando-a tão deficiente em oxigênio como o solo urbano compactado. Dessa forma, não é de admirar que árvores de várzeas como o bordo-vermelho, o plátano-londrino e o ailanto floresçam na cidade. A combinação de habitats urbanos com ambientes "selvagens" análogos e a identificação da comunidade de plantas em cada um deles, fornece uma gama de plantas com mais chances de sobreviver com o mínimo transiçono

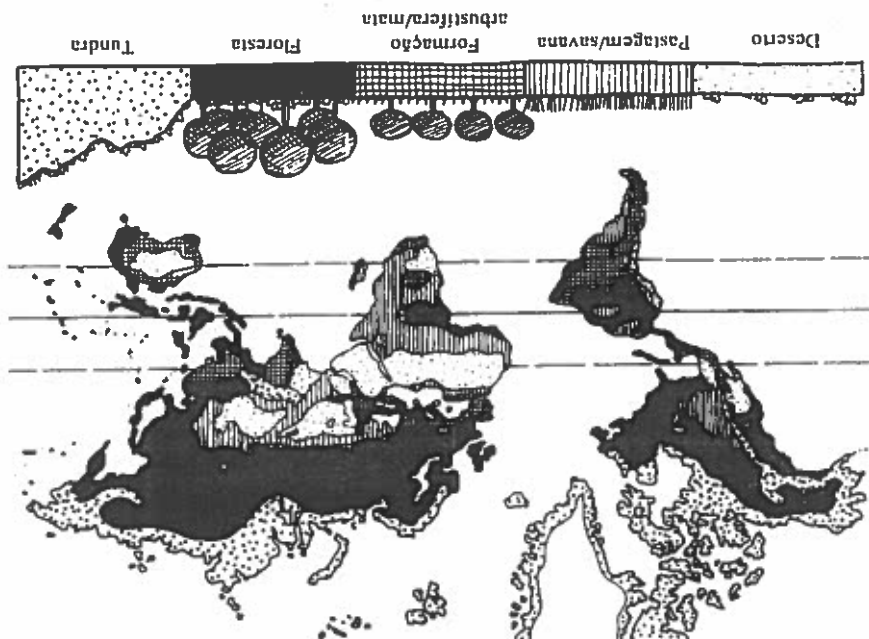


Fig. 9.1. Distribuição das principais formações vegetais, que resultam fundamentalmente dos padrões de precipitação pluvial e de temperatura. Tanto a estrutura da formação como a forma das espécies individuais são adaptadas a esses fatores.

Os terrenos baldios na cidade têm um análogo nas terras limpas para plantio e corte de madeira ou pelo fogo e deslizamentos. Tipos semelhantes de plantas colonizam campos abandonados na área rural e nos terrenos baldios na cidade. Elas são comunidades de plantas temporárias, as pioneiras que colonizam e recuperam os solos desnudos e os habitats alterados. Ervas daninhas num terreno baldio pouco a pouco desenvolvem o solo a partir de sedimentos acumulados. Retêm a umidade, protegem o solo contra a evaporação, fertilizam-no anualmente com raízes e sementes mortas, apressam a decomposição da argamassa e do cascalho e criam um ambiente favorável aos microrganismos e as outras plantas. Semão formam perturbadoras, as perenes expulsam as plantas pioneiras anuais e bienais em alguns anos, e são, nas regiões florestadas, finalmente substituídas, por sua vez, pelas árvores. Com a continuidade da sucessão, o material orgânico se acumula, a sombra e a umidade do solo aumentam, a estrutura do solo se desenvolve, o ciclo mineral é ampliado e as variações de temperatura tornam-se mais moderadas. As "ervas daninhas" originais são recursos urbanos que não requerem fertilização nem correções do solo, e cuja energia pode ser aproveitada e dirigida.

O cultivo de uma paisagem urbana nativa da região produzirá uma imagem baseada na herança natural própria da cidade e não naquela de algum outro lugar e tempo. A cidade de Jerusalém abriga dois biomas, fato que contribui para seu caráter especial. A metade ocidental da cidade é de mata seca do Mediterrâneo; a metade oriental da cidade é de deserto. Uma imagem de floresta é bem adequada a cidades como Filadélfia, Viena e Tóquio; as três cidades têm um clima temperado e úmido que suporta uma floresta decidua. Denver e Los Angeles, sem-áridas, seriam mais bem servidas pela criação de uma paisagem de pradaria ou chaparral, em vez de desperdiçarem seus escasos recursos hídricos na manutenção de florestas. Sejam cultivadas ou "selvagens", as comunidades de plantas da cidade podem ser planejadas de modo a terem uma sobrevivência mais garantida, uma aparência mais exuberante e uma manutenção mais econômica.

O CULTIVO DA VEGETAÇÃO URBANA

Os corredores formados pelas ruas, rodovias e ferrovias estão entre os mais significativos e extensos de todos os espaços livres urbanos. Como canais através dos quais as pessoas entram na cidade, saem e se movem no seu interior, eles influenciam a maneira como a cidade é percebida pela primeira vez por um visitante, como é lembrada e como é vista no dia-a-dia pelas pessoas que ali moram. As árvores das ruas representam para a maioria das cidades seu maior investimento em vegetação. Elas influenciam o clima, a qualidade do ar e a aparência dos lugares onde as pessoas vivem e trabalham. O passeio foi por muito tempo uma recreação urbana apreciada, e ruas marginais das por árvores serviram a esse propósito por, no mínimo, quatro séculos, se não mais.

A história da árvore de rua fornece uma idéia da evolução da cidade e a esclarece as diferenças culturais entre os países. O surgimento e a proliferação da árvore de rua desde o fim do século XVI é durante o século XVII marca um período de rápidas mudanças na sociedade urbana europeia. A origem e a forma específica que as árvores de rua tomaram variam de país para país na Europa Ocidental, em resposta às diversas necessidades para a defesa militar e a rapidez do crescimento urbano, os diferentes padrões de propriedade da terra, a relativa importância das diferentes classes econômicas e o relativo poder da realeza. Essas múltiplas origens e formas estão incorporadas às palavras usadas para descrever ruas importantes das cidades: *boulevard*, *avenue* e *allée*. *Boulevard*, em francês, significava originalmente "bastião" ou "baluarte", e os *boulevards* eram parte do sistema defensivo de muralhas e fortificações que circundavam a cidade. O propósito inicial da muralha nas cidades era a defesa militar, mas, depois que a invenção da pólvora obrigou a substituição dos antigos e estreitos muros de alvenaria da cidade (ver Fig. 1.7), por

largos muros de terra, o muro tornou-se um lugar popular para passeios públicos. Na época, cidades na Holanda, Alemanha e França plantaram árvores no alto desses largos muros de barro. Quando os muros foram destruídos nos séculos seguintes, foram substituídos por amplas ruas, margeadas por árvores, que mantiveram o nome de *boulevards*. Quando o barão Haussmann abriu novas ruas, largas e margeadas com árvores, através da velha Paris e as chamou de *boulevards*, a alusão militar não deve ter passado despercebida aos parisienses contemporâneos. Dessa forma, o Boulevard Montmartre está no local do antigo muro que circundava Paris e que fazia parte do passeio dedicado aos cidadãos de Paris por Luís XIV. Ao passo que o Boulevard de Sébastopol, que atravessa o centro de Paris, ajudava na defesa da cidade contra o populacho, mais do que contra os invasores estrangeiros.

A palavra *avenue* é derivada de vocábulo latino que significa "aproximar-se". Na França do século XVII, era empregada para indicar a estrada de acesso a um palácio importante. Luís XIV margeou as três avenidas que se aproximavam do Versaillais com múltiplas fileiras de árvores. Ele fez o mesmo com a avenida de acesso às Tuileries, posteriormente denominada *Avenue des Champs-Élysées*. *Allée* deriva da palavra francesa *aller*, que significa "ir", usada originalmente na França do século XVII para designar o caminho do jardim, margeado de árvores, que saía do palácio. Unter den Linden, um elegante passeio de Berlim desde o final do século XVII, foi originalmente denominado Linden Allee e foi implantado no antigo caminho entre o palácio do duque e seu campo de caça, o Tiergarten. Desta maneira, todas as três palavras têm associações específicas – *boulevard* com a defesa militar, *allée* com a aristocracia – , mas são agora usadas no francês assim como em muitas outras línguas, para denominar qualquer rua larga e arborizada.

A popularidade da árvore de rua aumentou com o rápido crescimento urbano. A medida que as cidades se tornaram mais densas e foram separadas de suas áreas rurais por os subúrbios e extensas reflorestas, as árvores de rua tornaram-se cada vez mais comuns. Por volta da metade do século XVII, as rodovias chegavam às principais cidades da Holanda eram ladeadas por uma fileira ou duas de árvores, e a medida que as cidades se expandiam, as ruas e canais em frente das casas dos habitantes abastados dos burgos ostentavam árvores recém-plantadas. Pinturas holandesas do século XVII mostram grades de madeira em torno de cada árvore a fim de proteger os troncos de possíveis danos. O meio ambiente urbano era menos hostil às árvores do que atualmente, mas nunca foi o ideal, e manter as árvores de rua sempre exigiu muito esforço. Durante séculos, esse esforço foi considerado meritório. A triste taxa atual de sobrevivência das árvores de ruas urbanas pode ser meliorada, mas não sem algum custo. O sucesso só será garantido se as árvores forem selecionadas entre as espécies apropriadas, plantadas de forma adequada e mantidas com cuidado, uma combinação rara nas cidades modernas.

nas. Todavia, a sobrevivência das árvores de rua não necessita ser um jogo de azar. O Projeto de Árvores de Sombra, de Ohio, após mais de dez anos de pressões urbanas, publicou uma lista de árvores de sombra que podem sobre-viver e até prosperar nas ruas das cidades. A lista é muito mais extensa do que a usada por muitas cidades americanas. Plantar corretamente uma árvore - promover a drenagem e aeração, fornecer irrigação e adubação, minimizar a compactação do solo e evitar a acumulação de sais - não é barato, mas é de bom senso lembrar a máxima dos velhos viveiristas: "Plante uma árvore de um dólar numa cova de dez dólares". Este conselho não foi posto de lado por muitos arquitetos paisagistas do século XIX e do início do século XX, como Olmsted, que freqüentemente plantava as árvores de rua em covas duas a três vezes maiores que as modernas covas.

Alarmadas pela taxa de mortalidade das árvores de rua hoje em dia, algumas cidades, nas ruas principais ou simbolicamente importantes onde a sobrevivência e o crescimento das árvores são considerados de máxima importância, estão agora despendendo aproximadamente dez vezes o valor da árvore na preparação da cova e da pavimentação à sua volta. Um novo solo homogêneo foi criado na Pennsylvania Avenue em Washington, D.C., antes do plantio de novos carvalhos-salgueiros. O novo composto substituiu os solos existentes até uma profundidade de 80 cm e numa extensão de no mínimo 5 m de diâmetro em volta de cada árvore. Um anel de irrigação de 4 m de diâmetro sob as calçadas de concreto promove a irrigação, adubação e aeração, enquanto um dreno subterrâneo escoou o excesso de água, e uma grelha de madeira junto à base de cada tronco impede a compactação do solo. O custo da nova pavimentação, do solo e da drenagem em volta de cada árvore excede de a 5 mil dólares. Apesar desse elaborado sistema, as árvores nas calçadas não se desenvolveram tão bem quanto as árvores plantadas nos gramados adjacentes (Fig. 9.2).

As árvores de rua no novo Transitway Mall de Denver foram igualmente caras, mas foram plantadas de acordo com um sistema um pouco diferente. As árvores de Denver foram colocadas em arcos de concreto pré-moldados com tampas de concreto removíveis. Os arcos permitem que a compactação do solo circundante impeça futuro assentamento, sem afetar o solo imediato mente junto às raízes das árvores. Perfurações nas tampas e um espaço entre elas e o solo permitem a circulação do ar. Uma grelha de ferro em volta de cada tronco tem anéis removíveis para se acomodar ao crescimento da árvore. Aberturas de ambos os lados dos arcos possibilitam a irrigação e a acomodação dos tubos de drenagem e podem mesmo permitir que as raízes das ár-

2. T. C. Kozel, M. J. Jansen e G. T. Heitel, "Which Trees Do Best in the City", *Ohio Report*, (63): 6-9, jan.-fev. 1978.
3. Linda Jewell, "Planting Trees in City Soils", *Landscape Architecture*, (71): 388, 1981.

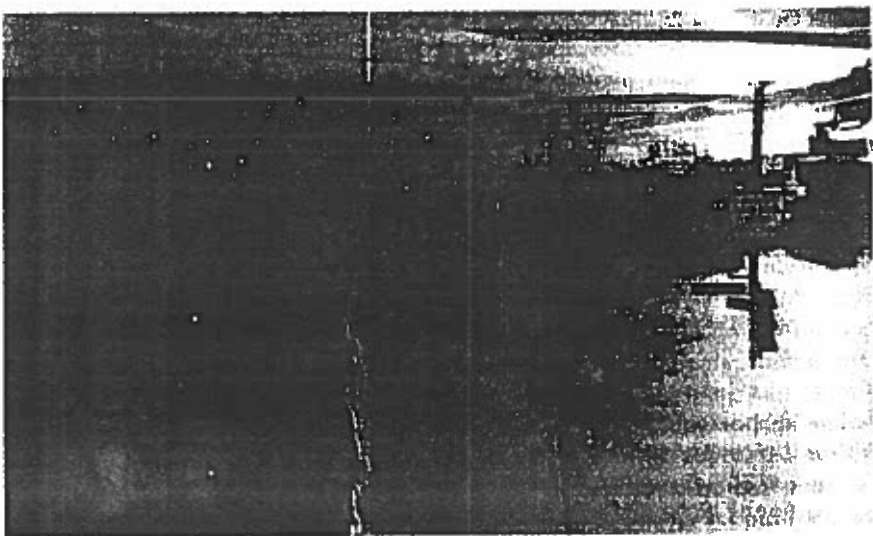


Fig. 9.2. Duas fileiras de árvores na Pennsylvania Avenue em Washington, D.C., mostrando a reação a diferentes condições do solo. Com o mesmo tamanho que tinham quando foram plantadas quatro anos antes, as árvores nas calçadas são agora visivelmente menores do que as plantadas em solo aberto, apesar do elaborado sistema construído para suportá-las.

vores cresçam em direção ao solo circundante. A cova da árvore pode ser inundada com água uma vez por ano para a remoção dos sais de de gelo acumulados durante o inverno. Cada sistema completo, incluindo a árvore, custa aproximadamente 5 500 dólares.

Uma cidade pode pagar soluções tão caras apenas para poucas ruas. Mas existem outras alternativas, menos onerosas. O contraste entre o sub-solo compactado e o solo da cova da árvore, causa principal do "efeito xi-cara de chá", pode também ser mitigado (ver Figs. 9.3 e 9.4). Em vez de substituir o solo urbano escavado com solo orgânico, alguns agrônomos recomendam a correção do solo urbano com matéria orgânica e um material grão como cinzas ou folheto expandido. Corrigir o solo existente, em vez de substituí-lo, reduz o contraste do solo da cova da árvore com o solo adjacente, melhorando a drenagem e o crescimento das raízes. A Universidade de Pensilvânia substituiu uma estreita faixa de calçada de concreto entre as árvores por um pó de pedra poroso, um subproduto do processo de britagem. Espera-se que essa faixa porosa permita o acesso do ar e da água às raízes das árvores.

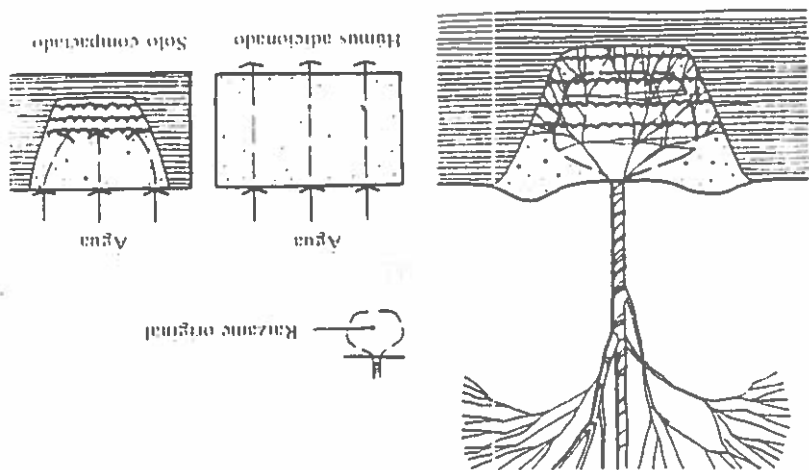
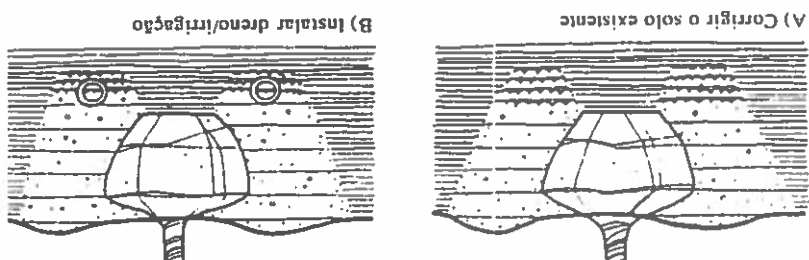


Fig. 9.3 O problema: a "síndrome da xícara de chá", causa comum da morte de árvores urbanas recém-plantadas. Nas estações chuvosas, a água acumulada não consegue escoar, para no fundo das covas das árvores, e as raízes apodrecem; nas secas, as raízes não conseguem penetrar no subsolo compactado para alcançar o lençol freático.



Solo compactado
Solo corrigido com húmus ou composto

Fig. 9.4 A solução: técnicas de plantio que permitem que o ar e a água se movam através do solo e forneçam espaço para que as raízes cresçam aumentando tanto a média de vida quanto o porte das árvores urbanas.

Uma cova de 0,3 a 0,5 m² pode suportar uma árvore adulta de apenas 6 a 7,5 m de altura? Para acomodar um crescimento maior, é preciso fornecer um espaço adicional, e, em algumas áreas urbanas, jardins particulares fornecem o solo necessário ao crescimento das raízes. Onde não existem jardins frontais, pode-se conseguir um crescimento adulto saudável se as árvores forem plantadas em grupos, em vez de espalhadas ao longo da calçada. A Bloomsbury Square e a Russell Square, em Londres, e a Louisburg Square, em Boston, são exemplos excelentes de como muitos edifícios podem beneficiar-se com um único agrupamento de árvores. Se não for possível encontrar espaço suficiente, é mais inteligente renunciar completamente às árvores.

As vias de serviço das rodovias e ferrovias são ambientes muito menos exigentes do que as ruas. Elas são barreiras entre o tráfego e a propriedade adjacente, geralmente não sujeitas ao trânsito de pedestres e veículos, e podem servir a uma função estática assim como de segurança. As estradas de Wisconsin e de East e West Ruter constituem uma ligação importante de tráfego entre os subúrbios do norte da Filadélfia e a área central. As estradas ribeirinhas, nas margens leste e oeste do rio Schuylkill, são uma das mais belas e bem tratadas de uma cidade em qualquer lugar. Criam uma imagem da cidade bem diferente daquela criada pela rodovia para o aeroporto, a via oferecida aos visitantes que chegam ou deixam a cidade por avião. Vista da estrada do aeroporto, que atravessa cemitérios de automóveis e enormes tanques de estocagem de combustíveis, a cidade se mostra suja, lúgubre, desgastada e decadente.

A maior parte dos visitantes entram em uma cidade pelas rodovias; a primeira impressão da maioria das cidades assemelha-se mais àquela da rota do aeroporto de Filadélfia do que da sua estrada West River. Por muitos anos, os urbanistas em Dayton, Ohio, promoveram a idéia de reflorestar as vias de serviço das vias expressas e cunham um novo nome, River Dell (Vale de Rio), para os acessos à via expressa que leva ao centro financeiro. Eles previam que, futuramente, os visitantes se aproximariam de Dayton através de uma floresta, com relances ocasionais da silhueta da cidade por entre as árvores. Em 1978, Dayton plantou as primeiras árvores no River Dell, e, em 1982, começou um programa experimental para permitir a progressão natural da criação de plantas ao longo de certos trechos da via expressa⁴. A esperança não é apenas a de criar uma imagem melhor da cidade, mas também a de reduzir os custos de manutenção, eliminando a necessidade de aparar a grama da área, e reduzir a poluição sonora e atmosférica nas regiões vizinhas (ver a discussão do projeto climático de Dayton no Cap. 3).

Numa praça movimentada, as plantas devem ser bem posicionadas para produzirem sombra e reduzirem o ofuscamento. Para alcançar os benefícios de um microclima confortável, as próprias plantas devem sobreviver na pra-

5. Kozel, Jansen e Heisel, *op. cit.*, p. 7.
6. Fred Bartenstein, comunicação pessoal.

ga, um dos mais hostis habitats urbanos. Não é suficiente escolher simplesmente espécies resistentes. São comuns praças cheias de acácias-melchiras e

Uma pequena praça em Filadélfia, dedicada ao arquiteto Louis Kahn, demonstra uma abordagem sensível mas inadequada do plantio de árvores numa praça. Conhecido pelos moradores locais como Kahn-crete Park, o par-que é composto principalmente de concreto com partes pavimentadas com tijolos. Metade da praça fica no nível da rua, com árvores plantadas em minúsculas covas no pavimento. A outra metade consiste em um enorme canteiro de concreto suspenso, cheio de árvores, envolvendo uma pequena área elevada para sentar. Depois de alguns anos, as árvores plantadas no piso estavam mortas ou moribundas, enquanto as árvores plantadas na mesma época no espaço aberto do canteiro maior se desenvolviam. Um grupo de árvores protege as árvores individuais contra o excesso de sol e de vento. Os canteiros, que são suficientemente grandes para acomodar muitas árvores, não têm os graves problemas de variação de temperatura e de ressecamento que afetam pequenos canteiros projetados para uma única árvore.

Uma praça central da cidade é freqüentemente um jardim de cobertura, construída sobre metros ou escritórios subterrâneos e garagens. O jardim de cobertura é um dos espaços urbanos de construção e manutenção mais caros. Considerações estruturais restringem a profundidade e carga do solo, fatores que podem retardar bastante o crescimento das plantas devido à limitação da água, dos nutrientes e do suporte para as raízes. Essas condições são mais exacerbadas pelas rajadas de vento, comuns nas praças ao nível da rua, e nos telos dos edifícios. A Universidade da Califórnia desenvolveu um composto mais leve, especialmente para jardins nos telhados, mas é preciso projetar um sistema combinado de lubrificação e escoamento para prover a irrigação freqüente e a adubação, essenciais para o crescimento e sobrevivência das plantas. Mesmo com o mais carinhoso cuidado, muitas plantas não conseguem viver mais de dez anos em tais condições. O sucesso requer a seleção de plantas de uma pequena lista de espécies resistentes, a atenção quanto ao composto de solo e à drenagem e uma manutenção cuidadosa. Apesar dos altos custos da instalação e manutenção dos jardins sobre lajes, seus benefícios estéticos, climáticos e hidrológicos podem pagar o investimento. As praças públicas bem-sucedidas estão entre os espaços públicos urbanos mais intensamente utilizados. Um jardim nas alturas é um lugar agradável e raro, como é testemunhado pelos registros dos Jardins Suspensos da Babilônia, uma das sete maravilhas do mundo antigo.

Nem todos os parques na cidade são usados com a mesma intensidade nem precisam ser mantidos da mesma forma. Alguns parques são mais importantes que outros, mais simbólicos, mais centrais. Os parques centrais são geralmente menores e mais convencionais do que os parques nos subúrbios da cidade. Geralmente, quanto mais pessoas utilizam o parque, maior é a neces-

sidade de manutenção, mas esta pode ser reduzida, e a sobrevivência das plantas, aumentada por uma seleção e um arranjo adequados. O paisagismo em volta da Corporação Verex no centro de Madison, Wisconsin, é composto de plantas nativas da franja pradaria-mata. A simetria do paisagismo compimenta o edifício: árvores, arbustos e forrações são plantados em canteiros de concreto moldado, levemente elevados, que isolam o paisagismo das passagens e caminhos de acesso circundantes. A textura dos sumagres, cedros e bétulas é luxuriante, suas cores ricas e variadas, e suas silhuetas emolduradas pelos caixilhos escuros dos edifícios. Adaptadas às difíceis condições de um velho campo, elas sobrevivem num ambiente urbano e requerem muito menos cuidados do que o convencional gramado com árvores e canteiros de flores que cercam outro edifício empresarial na rua abaixo.

A EXPLORAÇÃO DOS ESPAÇOS SELVAGENS URBANOS

O uso de conjunto de plantas em sucessão representa tanto uma alternativa estética ao parque simétrico e pastoral como uma oportunidade de prover mais parques com orçamentos de manutenção mais reduzidos. Tais paisagens são transformadas cada vez mais populares, particularmente nas cidades holandesas. A Holanda é um país densamente ocupado que sobrevive graças a um intenso manejo da paisagem. Novos espaços são constantemente conquistados ao mar para fornecer espaço para mais casas e mais campos agrícolas para alimentar uma população crescente. O preço cobrado por esse uso intensivo da terra foi uma paisagem cada vez mais uniforme e monótona. Muitas plantas nativas estão agora extintas, 56% de toda a flora holandesa são plantas raras e apenas 20% são comuns.⁷ Em resposta a esse desaparecimento de sua paisagem nativa, os holandeses aplicaram sua técnica no manejo da terra à criação de prados e florestas dentro de suas cidades. Para um holandês, prados e bosques sucessionais são bolsões de natureza selvagem, um símbolo das forças da natureza mais do que do abandono humano. No início, como observou um dos seus primeiros proponentes, Jacques Thijssse, esses parques urbanos "selvagens" pretendiam ser jardins educativos: "Imaginei um jardim onde o público, jovem ou velho, ignorante ou culto, pudesse reconhecer e experimentar o ciclo completo de nossas plantas nativas, de 1º de janeiro a 31 de dezembro. Um jardim onde o habitante da cidade pudesse se render à flora e à fauna".⁸ Nos últimos quarenta anos, essa tradição holandesa de paisagismo evoluiu, mantendo ainda uma ênfase didática, mas também enfatizando a criação de um ambiente onde as crianças possam dar vazão a suas fantasias e os adultos dividam a responsabilidade por sua conformação e cultivo.

7. Allan R. Ruff, *Holland and the Ecological Landscape*, Stockport, Inglaterra, Deane Water Press, 1979, p. 5.
8. *Ibidem*, p. 8.

Uma antiga experiência foi a criação do Bos Park, ou Parque Florestal, perto de Amsterdã, em 1929. Os construtores do Bos Park criaram 405 ha de bosques num novo polder, terra recentemente conquistada ao mar. Um plantio intenso de árvores não apenas proporcionava abrigo contra o vento, mas também secava o solo pouco poroso do polder. Inicialmente, espécies pioneiras de crescimento rápido como o choupo e o salgueiro foram plantadas em grandes quantidades por todo o parque, e espécies florestais, como o carvalho, a faia, o freixo, a bétula e o bordo, foram plantadas em pequenos bosques. O choupo e o salgueiro foram então desbastados e, após os primeiros quinze anos, gradualmente substituídos pelas espécies florestais.

Na década de 1960, os holandeses tornaram a estética de prados e bosques originalmente desenhada no Bos e em outros parques urbanos e es-tenderam ao centro da cidade, aos complexos residenciais e às margens das rodovias. A cidade de Delft criou um parque experimental num sítio de 4,5 ha no interior de um complexo residencial chamado Buitenhof ou "jardim campestre". Em vez de renivelar a área e plantá-la com novas árvores e arbustos, a administração municipal deixou a vegetação que se havia constituído durante a construção e permitiu que a sucessão natural seguisse seu curso, com alguma ajuda. Algumas poucas espécies nativas de árvores e arbustos foram plantadas de maneira a acelerar esse processo, e uma mistura de cereja, aveia, centeio, trigo, trevo-branco e trevo-vermelho, linho, papoula e facélias, foi semeada no terreno desordenado de forma a estabelecer rapidamente um prado de flores silvestres. Em vez de dispor de um excessivo sistema de caminhos, a administração estabeleceu poucos percursos e encorajou os moradores a criarem novos onde fosse necessário. A cidade constituiu um pequeno *playground* dentro do parque, mas geralmente as crianças preferiam brincar no jardim selvagem, desprovido de estrutura. As crianças fizeram seus próprios caminhos e pequenos espaços abertos, desprovidos de quaisquer regras ou de cartazes advertindo-as a não pisar na grama, a manter-se no caminho ou não colher flores. Tanto os administradores do parque como os moradores dos edifícios dos apartamentos vizinhos cooperaram com a experiência de Delft. O Instituto Holandês de Medicina Preventiva investigou como os moradores utilizavam o parque e como se sentiam a respeito dele. O estudo concluiu que as crianças, principalmente, achavam-no mais atraente do que os *playgrounds* convencionais e que representava um uso mais eficiente do espaço "desordenado".

As condições do estudo ressaltam o papel que os terrenos abandonados ou baldios podem exercer no desenvolvimento da criação, não como um substituto dos parques e *playgrounds* mais convencionais, mas como um tipo complementar de espaço recreativo.

9. H. J. Bos e J. L. Mol, "The Dutch Example: Native Planting in Holland", em Ian C. Laurie (ed.), *Nature in Cities*, Chichester, Engl., Wiley, 1979, p. 404.
10. *Ibid.*, p. 406.

As cidades de Utrecht, Haarlem e Amsterdã, háia têm agora tais parques. Métodos aprimorados de instalação e manutenção evoluíram com a crescente experiência. Os holandeses descobriram que uma comunidade de plantas mais diversificada, com poucas espécies de plantas pouco desejáveis, desenvolve-se mais rapidamente num solo infértil. Esta ironia diminui o custo da implantação do parque, já que a adição de húmus e a aplicação de fertilizantes não apenas são desnecessárias, mas indesejáveis. O plantio de grandes quantidades de mudas bem jovens de árvores, e relativamente poucas de árvores maiores, mantém baixos os custos de implantação. À implementação desses parques "selvagens" não é alcançada da noite para o dia, mas pode se estender por uma década, durante a qual árvores densamente plantadas são desbastadas, e espécies não-desejadas, removidas manualmente. Para esse período inicial, o parque é uma paisagem que requer muita manutenção e investimentos, além de que o cultivo inteligente. Finalmente, ele será virtualmente auto-sustentado, de forma que, a longo prazo, sua manutenção será menos dispendiosa do que a manutenção de um parque pastoril. Os holandeses descobriram que os moradores locais são uma fonte potencial de mão-de-obra de manutenção durante o período crucial da implantação da paisagem. Muitos moradores, em contrapartida, encontraram prazer em moldar a paisagem urbana à sua volta.

Os holandeses também converteram muitas ilhas e faixas laterais de rodovias em parques de flores silvestres. A maior parte deles são coriados apenas uma vez por ano, no final de maio ou início de junho, quando as sementes já foram produzidas e a grama está ainda suficientemente curta para ser deixada no terreno após o corte. Uma via de serviço de uma rodovia, a Beneluxaan em Amsterdã, perto de Amsterdã, não é aparada desde 1975 e continua a ser um atrativo prado¹⁷. Nos Estados Unidos, assim como na Holanda, mudas de árvores e arbustos estão sendo cultivadas ao longo de muitas rodovias, enquanto os departamentos de auto-estradas reduzem seus cronogramas de corte de grama. Infelizmente, isto é apenas uma resposta à diminuição dos organismos e não parte de um esquema geral da administração da vegetação das cidades. Muitas vantagens – tanto econômicas como estéticas – poderiam, todavia, ser alcançadas se os programas de manutenção das rodovias fossem projetados com essa finalidade. Junto às rodovias, onde as árvores constituiriam obstáculos, uma cobertura de arbustos ou um prado poderiam ser cultivados de forma a inibir o crescimento de árvores. A experiência holandesa é um modelo, o programa de manejo de faixas de linha de alta-tensão desenvolvido no Connecticut College Arboretum é outro. O plano do Arboretum preconiza o plantio de densos arbustos que inibam o crescimento de árvores. Isso requer um período inicial de manejo, após o qual ele dispensa qualquer manutenção¹⁸.

11. Ruhl, *op. cit.*, p. 5.

12. *Ibid.*, p. 64.

13. William A. Niering e Richard H. Goodwin, "Creation of Relatively Stable Shrublands with Herbicides: Arresting 'Succession' on Rights-of-Way and Pasture Land", *Ecology*, (55) 784-795, 1974.

Até o momento, o jardim urbano selvagem não obteve nos Estados Unidos o mesmo sucesso que teve na Europa. O prado ou bosque em sucessão é desleixado, comparado com os parques e jardins bem-cuidados. Para muitos americanos, isto é um sinal de terra abandonada ou negligenciada. A estética da vegetação sucessional é sutil, e o modo como é percebida depende do contexto. Num parque ou junto a um curso d'água na periferia da cidade, um campo de flores silvestres parece "natural"; transportado para o centro e circundado por ruas e edifícios, a mesma área parece "abandonada". Parques de "áreas naturais" são, desta forma, mais apreciados quando estão na periferia da cidade e nos limites dos bairros dentro da cidade, em áreas de mais de 0,4 ha. A introdução de uma comunidade sucessional "natural" de plantas num parque do centro de uma cidade americana é difícil e arriscado. Houve muitos fracassos e poucos sucessos. Para que a estética do prado seja apreciada num contexto urbano, é preciso haver uma criteriosa seleção de espécies de plantas arbóreas, um projeto cuidadoso da faixa entre o parque e as ruas e os edifícios adjacentes, a elaboração de um programa de manutenção simples, e a participação das pessoas que vivem e trabalham nas redondezas. A "paisagem de época" próxima a Washington Square, na cidade de Nova Iorque, foi projetada como uma reliquia do ambiente de Manhattan antes de sua ocupação pelo homem. O artista concebeu-a como uma escultura viva em evolução, que deveria progredir de um prado sucessional a uma floresta, e consultou geólogos e biólogos para obter o conhecimento da paisagem pré-urbana. Ele conseguiu o uso de um pequeno pedaço de terra, moldou a topografia imitando as formas glaciais do solo e plantou vegetação nativa. Plantas urbanas não-nativas, como o alianto, e mudas de árvores usadas na arborização das ruas próximas juntaram-se às plantas nativas originais, e agora um guarda-chuva quebrado, caroços de maçãs e latas de lixo se alastram pela pequena área cercada. Ela parece um pouco diferente dos milhares de outros terrenos baldios da cidade de Nova Iorque, exceto que uma placa explica sua intenção frustrada.

Áreas maiores em cidades inglesas, holandesas e alemãs – muitas delas áreas de construção abandonadas, terrenos industriais devolutos ou ruínas de bombardeios – em que a sucessão vegetal pode seguir seu curso natural, estão sendo incorporadas a sistemas de parques urbanos. Por exemplo, em Berlim, a antiga estação de trens de Anhalter e Potsdam, que era a maior estação de passageiros da Europa antes de ser destruída pelas bombas na Segunda Guerra Mundial, é agora uma densa selva no meio da cidade. Sessenta por cento dos 60 ha da área permanecem em cascalho, e, no período de 35 anos, desenvolveram-se uma vegetação de notável diversidade. Um terço de toda a flora encontrada em Berlim cresce nessa área – 106 espécies de árvores e 307 espécies de gramíneas, ervas, musgos, samambaias, incluindo dezesseis espécies ameaçadas de samambaias e plantas floríferas, assim como vinte outras plantas com sementes raras, e uma espécie que estava anteriormente desaparecida da cidade.

de". Apenas algumas das árvores da área triangular da estação são realmente nativas da região de Berlim (por exemplo, *Salix alba*, *S. caprea*, *S. purpurea*; ramnáceas: *Rhamnus frangula* e *R. catharticus*). As três espécies restantes são árvores frutíferas não-nativas, árvores ornamentais e árvores usadas na arborização urbana que se tornaram selvagens, assim como árvores urbanas ubíquas como a *Ailanthus altissima*¹⁵. Densas moltras cobertas de mato, prados silvestres e manchas de lífiáceas e fragmítes, entrecicadas em muros em ruínas e velhas pontes, criam uma paisagem melancólica e excitante. A Universalidade Técnica de Berlim propôs um projeto para a área que reservaria a metade para um parque natural e desenvolveria a área restante em canieiros de jardins, áreas de recreação intensiva, praças de esportes e *playgrounds*. A administração da parque natural, como foi proposto, teria uma manutenção mínima, de baixo custo, consistindo basicamente na remoção do lixo e cortes ocasionais.

Áreas selvagens "descobertas" semelhantes existem nas cidades da América do Norte, onde trechos de natureza abandonada sobrevivem em cantos esquecidos, em terrenos baldios, pedreiras abandonadas, brejos e encostas íngremes. Algumas dessas áreas selvagens urbanas representam uma mistura cosmopolita de plantas típicas de uma área que foi muito usada e abandonada, outras são remanescentes de antigas comunidades vegetais nativas que persistem em lugares pouco interessantes ao mercado imobiliário. As comunidades de plantas sucessoriais cosmopolitas são típicas de áreas abandonadas dentro da cidade: terrenos baldios, antigas pedreiras e áreas industriais abandonadas são comuns perto do centro de muitas cidades americanas. Remanescentes de antigas comunidades de plantas nativas encontram-se usualmente nos limites da região urbana, mas podem ocorrer quase junto ao centro, especialmente em cidades com uma topografia variada ou em cidades costeiras com áreas pantanosas — nos cânions de Los Angeles, nas ravinas de Toronto e na Jamaica Bay de Nova Iorque. Estas regiões geralmente aumentam de tamanho e número com a distância do centro da cidade e são compostas por plantas nativas e, possivelmente, por algumas poucas espécies alienígenas naturalizadas. Essas comunidades de plantas nativas, se suficientes em tamanho e abandonadas a si mesmas, são auto-sustentáveis e requerem quando muito uma manutenção mínima. Elas evoluíram durante muitos anos, em resposta ao clima da região e às características específicas da área. Comparadas a outras comunidades vegetais urbanas cultivadas ou não, elas têm menos possibilidades de conter as mesmas espécies de plantas que ocorrem em cidades de regiões climáticas e geográficas diferentes. Elas colocam a cidade no seu contexto regional e a diferenciam de outras cida-

14. Hermann Seibert, "The 'Railway Track Triangle' Natural Park: When Will They Ever Learn...?", *Ambio*, (21), jan. 1982.
15. *Iidem, ibidem*.

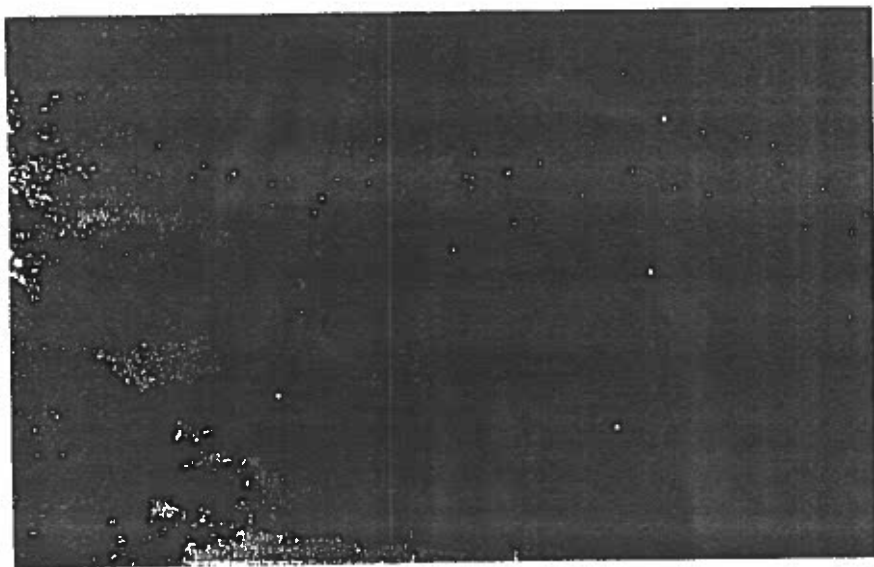


Fig. 9.5. Prado e bosques na fazenda Brook, local de uma comunidade experimental do século XIX, um dos muitos "espaços selvagens urbanos" existentes em Boston e alguns minutos das áreas densamente habitadas. Frequentemente, as áreas selvagens urbanas têm um significado histórico, ecológico ou estético.

des, em vez de separá-la da paisagem circundante. Dentro dessas comunidades de plantas remanescentes — sejam elas florestas, desertos ou pastagens —, diferentes grupos de plantas crescem em terras altas e terras baixas, em encostas norte ou sul, e em solos rasos, profundos ou rochosos. Tanto as remanescentes das comunidades de plantas nativas como as comunidades de plantas sucessionais urbanas representam recursos explorados na maioria das cidades, áreas naturais que são, com frequência, mais expressivas do caráter especial de uma cidade particular — suas origens geológicas, sua localização topográfica, sua vegetação nativa e sua história — do que seus bem-cuidados parques.

Prados silvestres e pântanos salobres, lagos glaciais, afloramentos rochosos e bosques elevados, que variam em tamanho desde 0,5 ha até centenas de hectares, são encontrados dentro dos limites da cidade de Boston (ver, por exemplo, Fig. 9.5). Em 1974, a Secretaria de Desenvolvimento de Boston iniciou um estudo de dois anos para inventariar as áreas naturais remanescentes da cidade e classificá-las de acordo com seu significado, vulnerabilidade ao desenvolvimento e valor como recurso de recreação para as comunidades locais. O censo de 1970 identificara 1 850 ha — ou 14% — da área de Boston como "extrativa" ou "terra devoluta e de agricult-

tura"¹⁶. A Secretaria de Redesenolvimento de Boston examinou toda a terra nessas categorias e determinou que 800 ha, em 143 locais diferentes, eram áreas naturais que mereciam conservação. Todas as regiões da cidade, com exceção daquelas imediatamente adjacentes ao centro, continham áreas urbanas agrestes. Os locais mais significativos eram grandes terrenos, que variavam de 10 a 40 ha, com uma aparência cênica rural e uma diversidade de características naturais e de vegetação. Muitas dessas áreas estão agrupadas:

Ao longo do rio Neponset em Dorchester e Mattapan, várias áreas naturais significativas permanecem. Além dos edifícios de moinhos em Dorchester Lower Mills, as paredes de uma garganta rochosa, compostas de conglomerados de Roxbury, erguem-se 21 m acima do rio. A garganta é muito arborizada por bordos-vermelhos e uma formação de samambaias pouco comum pode ser vista. Mais acima, atrás da Bel Met Street, em Mattapan, um prado de 0,8 ha com diversas espécies de salgueiro desce suavemente até o rio. Na extremidade norte do prado, um afloramento compacto de rocha, a uma altura de 6 m, fornece o ponto focal da área.¹⁷

Alguns locais em penhascos e no alto de colinas oferecem extensas vistas através da cidade. Outras, em baixos e pântanos salobres, oferecem vistas através do porto de Boston até as ilhas e o oceano Atlântico. Algumas dessas áreas naturais são propriedades de órgãos governamentais, mas a maior parte são áreas particulares. Proprietários particulares e autoridades municipais, que consideram as áreas naturais mais significativas muito importantes para ficarem desprotegidas, procuraram maneiras de adquirir essas áreas para a cidade. Em 1977, o Fundo de Áreas Naturais de Boston — uma corporação particular não-lucrativa — foi criado para a aquisição da terra identificada pelo inventário das áreas selvagens urbanas: para a transferência da propriedade para a municipalidade de. Nos primeiros três anos, o Fundo de Áreas Naturais de Boston levantou 331 mil dólares, 14 mil dos quais foram usados na compra de cinco propriedades, num total de 12 ha, que consistiam em áreas selvagens urbanas mais interessantes à venda. Em seguida, a área foi transferida para a administração municipal, e foram levantados 700 mil dólares de fundos dos governos federal e estadual.

O PROJETO DA "FLORESTA" URBANA

Muitas cidades europeias administraram suas florestas durante muito tempo como um recurso renovável. As florestas públicas cobrem cerca de um quarto de Zurique e constituem a maior parte das áreas livres da cidade. As

16. Boston Red development Authority, *Boston Urban Wilds*, ser. 1976, p. 18.
17. *Idem*, p. 29.

florestas protegem as encostas íngremes das montanhas contra a erosão e o manancial de água da cidade contra a degradação, e oferecem também benefícios financeiros mais tangíveis. Elas são administradas para a produção de uma safra auto-sustentada, os lucros obtidos com a produção de madeira pagam a manutenção da floresta, os custos administrativos e a pesquisa florestal. O programa florestal de Zurique não é excepcional na Europa. Florestas públicas em Paris, Frankfurt e Oslo são administradas por engenheiros florestais para a produção de madeira, bem como para a recreação e a conservação dos recursos hídricos.

Programas similares nos Estados Unidos foram decepcionantes. Alguns deles, como o de Dayton, fracassaram antes de se iniciarem. Outros, como o Esquema Florestal de Chicago, alcançaram um sucesso inicial que não se sustentou. No início dos anos 70, Chicago depauperou com centenas de milhares de últimos mortos ou moribundos, uma legislação de poluição do ar que proibia a queima da cama de folhas dentro dos limites da cidade e uma crescente escassez de locais de aterro. Em 1972, o Departamento Florestal adquiriu uma máquina para transformar árvores cortadas em aparas. Aproximadamente 15 a 20% das árvores mortas que foram removidas em 1972 foram convertidas em aparas e vendidas com um lucro que excedeu 22 mil dólares¹⁸. Esta soma representou apenas uma pequena parte do orçamento anual do departamento, mas a cidade esperava expandir a operação, fizeram-se planos para um programa mais ambicioso visando explorar novos mercados para produtos florestais, mas estes nunca se materializaram. Até o momento, técnicas de administração florestal não foram amplamente aplicadas nas cidades americanas. Um programa de administração das florestas para uma safra sustentável e da exploração de novos mercados para os produtos florestais da cidade encerra ainda muita promessa.

Washington, D.C., é uma das paisagens urbanas mais intensamente cuidadas do mundo, uma paisagem que sobrevive graças ao manejo cuidadoso das plantas e do solo. O Setor Nacional da Capital do Serviço Nacional de Parques é responsável pelo planejamento, projeto e manutenção dos parques nacionais de Washington. Enfrentando hordas anuais de turistas e os constantes festivais e demonstrações de massa que pisoteiam o solo do Mall e do terreno junto aos monumentos até conferir-lhe a densidade do concreto, o Serviço Nacional de Parques produz a maior parte das pesquisas feitas sobre os solos urbanos e o desgaste das plantas nos Estados Unidos. O Laboratório de Serviços Ecológicos, uma organização interdisciplinar de pesquisa aplicada, que é parte do Setor Nacional da Capital, é um centro de pesquisa sobre a sobrevivência da árvore na cidade e sobre os solos urbanos. Seu contínuo programa de pesquisas forneceu muitas das soluções que estão sendo implemen-

18. Clark E. Holscher, "City Forests of Europe", *Natural History*, nov. 1973, p. 53.
19. Frederick Hartmann, "The Chicago Forestry Scheme", *Natural History*, nov. 1973, p. 72.

ladas em Washington e em outras cidades, e promete apresentar novas soluções com o amadurecimento da pesquisa atual. Experimentos na recuperação do solo acompanham cada celebração de 4 de Julho e cada festival e demomstração de massa.

No Mall, uma área adjacente ao espelho d'água conheceu uma história particularmente longa de abuso do solo e, consequentemente, tem recuperado muita atenção na manutenção de uma paisagem atrativa. Durante a Segunda Guerra Mundial, foram instalados edifícios de escritórios "temporários", que não foram demolidos até os anos 60. Em 1968, nessa área localizou-se a Cidade da Ressurreição, e, entre 1973 e 1976, o Festival de Polícore América-no. As autoridades estimam que mais de 4 milhões de pessoas visitaram o festival, apenas no verão de 1976. Antecipando o efeito de compactação de 30 a 60 mil pessoas por dia, o Serviço Nacional de Parques espalhou um "colchão" de 2,5 a 7,5 cm de aparas de madeira sobre toda a área de 10 ha²⁰. Enfrentando um campo de lama densa no fim do verão, o Serviço de Parques avaliou as opções de replantar o gramado por semeadura ou usar o gramado em placas. As placas são caras, mas produzem um resultado imediato, previsível. A decisão foi, ao contrário, pela ressemeadura e pela renovação do solo, usando um composto experimental formado de aparas de madeira e resíduos de esgoto. Esta experiência deu bom resultado. A estação de tratamento de esgoto de Washington, D.C., livrou-se de seu resíduo, e o Serviço de Parques economizou 160 mil dólares. O composto, conhecimento como "Com-pro", é agora fornecido aos jardineiros da área de Washington.

O Serviço Nacional de Parques emprega um agrônomo em tempo inteiro para supervisionar o manejo dos gramados dos parques da capital. É sua função o restabelecimento do gramado após cada celebração do 4 de Julho, que reduz a grama junto ao monumento de Washington a um barro tão denso que só pode ser revolvido pelo arado desenvolvido para esse propósito. Ele trabalha com agrônomos pesquisadores do Laboratório de Serviços Ecológicos para desenvolver e testar abordagens inovadoras no projeto e manutenção do parque. No verão de 1982, o Serviço Nacional de Parques investiu 84 variedades de grama quanto à sua capacidade de suportar um pisotio intensivo e ainda manter uma boa aparência visual. Cantieiros de cada uma das diversas variedades foram separados e plantados nos terrenos do monumento a Washington. Alguns meses após a implantação, um grande grupo de demonstradores estabeleceu seu quartel-general em cima da área de testes. Os pesquisadores, pensando que nenhuma das gramas possivelmente sobreviveria, ficaram desanimados. A maior parte daquela grama na verdade sucumbiu, mas diversas variedades sobreviveram e são agora objeto de uma investigação mais intensiva. Não muito longe dos cantieiros de grama, o Serviço

20. Robert Cook e James Patterson, "Compost Saves Money in Parkland Restoration", *Compost Science/Land Utilization: Journal of Waste Recycling*, (20): 43-44, novembro 1979.

vício Nacional de Parques realizou outro experimento com gramados. Um único tipo de grama, a festuca, foi objeto de vinte diferentes tratamentos de plantio e manutenção: cinco modos diferentes de preparação do solo e plantio; quatro diferentes níveis de aplicação de fertilizantes; e o uso ou não de herbicidas. As combinações menos caras de plantio e manutenção que ainda resultaram num gramado atrativo foram reunidas para estudos complementares. Muitas pesquisas sobre variedades de grama usadas em parques urbanos são feitas em terrenos de universidades estaduais e estações experimentais agrícolas do governo dos Estados Unidos, em ambientes que pouco se assemelham às desgastantes condições urbanas. O experimento de Washington produzirá uma imagem mais real de quais gramas são capazes de suportar o stress urbano com uma manutenção mínima.

O Laboratório de Serviços Ecológicos está também pesquisando meios de aumentar a taxa de vida e de sobrevivência das árvores usadas nas ruas. Quando árvores recentemente plantadas morrem, pesquisadores agrônomos, vizinhos locais, procuram descobrir as causas, sugerem revisar as técnicas de plantio, antes que as árvores sejam substituídas. Como resultado dessas observações, frequentemente recomendam precauções para evitar a "síndrome da xicara de chá", descrita anteriormente, sugerem que as árvores não sejam plantadas em solos orgânicos adicionais, mas, ao contrário, em solo tirado da própria cova, cortado com um composto de aparas de madeira, terra vegetal e resíduos de esgoto. Poucas cidades podem arcar com o custo do manejo intensivo que a paisagem de Washington recebe, mas todas serão beneficiadas com a pesquisa requerida para isso.

UM PLANO PARA CADA CIDADE

Os capítulos precedentes documentaram os muitos modos pelos quais as plantas contribuem para um ambiente urbano mais seguro, mais saudável, mais limpo, mais eficiente do ponto de vista energético e bem mais bonito. Se todos esses benefícios forem alcançados, as plantas nas cidades deverão sobreviver. A sobrevivência das plantas na cidade é uma questão que precisa ser tratada em vários níveis: através de uma visão mais geral das comunidades de plantas da cidade, bem como através de uma atenção aos detalhes técnicos e mundanos do plantio e da manutenção.

Cada cidade deve definir os problemas mais críticos de suas comunidades vegetais e estabelecer prioridades para sua solução. E também igualmente importante saber se a cidade contempla um plano integral de manejo de sua vegetação ou deseja simplesmente assegurar que o projeto de um parque ou praça resulte num recurso em vez de um ônus. Problemas críticos de vegetação urbana variam de cidade para cidade, de acordo com o clima, a história e a tradição paisagística. Qual é o problema? As árvores e os gramados, que re-

querem irrigação num clima deficiente em chuvas, ou as árvores, que definhavam em solo de drenagem precária? É a cidade relativamente desprovida de vegetação, ou coalhada de ruas e parques cheios de árvores velhas e decadentes que precisam ser removidas logo? Os recursos de vegetação mais significativos da cidade devem ser identificados e suas condições, avaliadas. Tais recursos incluem a manutenção dos "espaços selvagens urbanos" tanto em propriedades públicas quanto privadas, bem como os pontos paisagísticos mais simbólicos, os mais intensamente usados e outros igualmente importantes. É especialmente importante considerar a idade das comunidades de plantas e se elas são auto-renováveis ou precisam ser repostas. Toda a gama tanto das comunidades de plantas existentes quanto das potenciais deve ser identificada, incluindo o padrão de sua distribuição e seu relativo significado. Muitas cidades empregam atualmente um sistema de inventário computadorizado para facilitar o manejo das árvores da rua.

Uma estratégia abrangente para ampliar a taxa de sobrevivência, aumentar a diversidade, melhorar a aparência e diminuir os custos de manutenção das árvores na cidade deve:

- Tratar dos problemas mais críticos das comunidades vegetais da cidade, tanto as cultivadas quanto as não-cultivadas;
- Tratar da evolução dessas comunidades vegetais através do tempo, incluindo uma estratégia para a regeneração das comunidades vegetais que não são auto-sustentáveis;
- Explorar a viabilidade de projetar e administrar as árvores nas ruas e nas reservas públicas como um recurso renovável e uma fonte de renda;
- Investigar um plano de manutenção gradativa para parques municipais de acordo com a intensidade de uso e explorar projetos paisagísticos que facilitem sua implementação;
- Explorar várias alternativas paisagísticas adequadas aos diversos parques e reservas da cidade que, dados o clima e os hábitos da cidade, não sobrecarreguem o abastecimento de água nem o orçamento de manutenção do município;
- Localizar novos parques e outros espaços abertos, de forma a preservar as comunidades de plantas mais significativas e bonitas da cidade e melhorar sua aparência e identidade;
- Explorar o potencial da vegetação para melhorar o clima e a qualidade do ar, a estabilidade das encostas e a qualidade das águas para prevenir as enchentes, aumentar a diversidade da propagação da vida silvestre e melhorar a imagem da cidade.

Cada nova rua, praça e parque deve ser projetado para promover a sobrevivência das plantas dentro deles, com um programa de manutenção apropriado a essa função, contexto e recursos disponíveis. O propósito de cada projeto deve:

- Tratar da relação entre o local e os padrões gerais da vegetação na cidade, bem como dos problemas potenciais colocados pelas comunidades de plantas das regiões circunvizinhas.
- Explorar o habitat específico oferecido pelo local para aumentar a diversidade das comunidades vegetais.
- Corresponder à intensidade com que o local será usado, aos recursos disponíveis para a manutenção e as práticas de manutenção.
- Explorar as espécies de plantas nativas e exóticas resistentes que sobrevivem às pressões urbanas;
- Utilizar plantas que criem um microclima desejável, filtrem os poluentes, doar, estabilizem encostas e solos sujeitos a erosão, absorvam as águas das cheias, filtrem os poluentes das águas e forneçam abrigo e alimentação para a vida selvagem.

O impacto estético e econômico provocado pela doença do olmo-holandês pegou muitas cidades de surpresa. O declínio gradual mas inexorável das árvores urbanas vem se dando há muito tempo, mas no final das contas levaram ao mesmo resultado. É possível que o desaparecimento final de árvores adultas dos parques, praças e ruas não cause surpresa, pois, a essa altura, talvez, não estejamos esperando que as árvores sobrevivam na cidade. Cada cidade deve comparar com os custos de manutenção da vegetação urbana os benefícios que as árvores trazem para o conforto, a saúde, a proteção do solo, a moderação das enchentes, a melhoria estética e a conservação de energia. As cidades cujas comunidades de plantas correm maior risco devem empregar graves, podem preferir focalizar cada novo parque quando ele for implantado ou alguns parques mais antigos que necessitem de renovação.

A aplicação de técnicas de manejo florestal oferece a possibilidade de gerar renda para enfrentar os custos da implantação e manutenção dos parques municipais. A integração de áreas selvagens urbanas nos parques da cidade oferece um contraponto estético à paisagem urbana resistente. O uso de grama e árvores mais resistentes nos parques urbanos, a substituição de porções das áreas verdes existentes em uma paisagem de manutenção menos dispendiosa e o aproveitamento da energia dos processos da sucessão vegetal, tudo isto promete aumentar a taxa de sobrevivência da vegetação urbana, baixando simultaneamente os custos de manutenção.

→
se for possível
evitar a erosão
e a perda de
energia

Resquícios dispersos, fragmentados de bosques, prados e brejos emburatados no tecido urbano são ilhas circundadas por um mar de edifícios e pavimentação. A maior parte da vida selvagem nativa não pode sobreviver nos habitats hostis e empobrecidos da cidade. Aqueles que sobrevivem são oportunistas que adaptam seu comportamento às estruturas e atividades humanas: usando o estoque de alimentos e de lixo como alimento, e edifícios, jardins e pequenos bosques como habitats, ou atraindo a companhia humana. Pombos, estorninhos e pardais substituem aves canoras; bandos de ratos infestam edifícios e esgotos. Gatos selvagens e bandos de cães vadios reviram o lixo, enquanto seus mimados correlatos são alimentados e abrigados.

As cidades transformam os bosques, campos, brejos e cursos d'água em edifícios e pavimentação, parques e jardins convencionais, aterros e concreto tam os canais de drenagem. Resquícios da vegetação nativa que de outro modo poderiam suportar espécies de vida selvagem ou são muito poucos ou dispersos demais. A maior parte da vida selvagem que sobrevive não são nativos, mas imigrantes como ratos, baratas e urubus, que se adaptaram, muito tempo atrás, a uma paisagem dominada pelos homens. Eles viram uma praga quando as fontes de alimentos da cidade — criadas pelo armazenamento de alimento e pela disposição de lixo malculidados — sustentam uma população crescente que não é controlada pelos predadores.

A substituição da vida selvagem nativa por animais de estimação e por animais nocivos poderia provavelmente passar despercebida, não fosse o problema de saúde pública e os danos materiais e os aborrecimentos causados.

O homem tem visto os ratos com medo e asco desde a Idade Média. A população de ratos da cidade provavelmente excede a população humana. A cada ano, ratos infligem danos às propriedades, e a cada ano as cidades gastam milhões de dólares no combate aos ratos. Em 1971 apenas, a cidade de Baltimore gastou mais de 1 milhão de dólares no controle dos ratos.¹ Os excrementos acumulados de grandes revoadas de estorninhos e pombo-sujam e desfiguram os edifícios e as calçadas onde se abrigam, e podem mesmo constituir um risco à saúde. Menos reconhecido é o aborrecimento causado por cães domésticos e vadios cujas fezes recobrem as gramas dos parques urbanos, e que são carregadas das ruas para os rios e correntezas após cada chuva.

Os valores conflitantes que os humanos defendem frente à vida selvagem urbana representam o maior obstáculo para se lidar com eles e para resolver os problemas que colocam. Enquanto algumas pessoas encaram os pombos, os estorninhos e os esquitos como um aborrecimento, outras os alimentam com migalhas de pão. E enquanto algumas pessoas valorizam a oportunidade de apreciar as aves migratórias ou de ouvir o variado repertório dos cantos dos pássaros, outras são cegas e surdas a esse espetáculo. As pessoas também compartilham das mesmas atitudes frente aos animais de estimação. Os donos de cães e outros usuários de parques frequentemente competem com violência patial por um raro espaço de gramado. Na cidade, os humanos subsistem numa coabitação difícil com outros animais.

HÁBITATS EMPOBRECIDOS E FRAGMENTADOS

A vida selvagem urbana tem que enfrentar grandes pressões: ar, água e plantas poluídas; a cobertura vegetal esparsa e escassa; solo compactado e pavimentado; e uma densa população de homens e seus animais de estimação.² Herbívoros, carnívoros ou onívoros, os animais são, em última instância, dependentes das plantas para a alimentação. Como as cidades introduzem um conjunto completamente novo de comunidades vegetais, apenas os animais capazes de explorar novas fontes de alimentação e abrigo podem sobreviver. Mesmo quando as cidades incorporam remanescentes de vegetação nativa, dificilmente são de tamanho suficiente para suportar espécies nativas da vida selvagem, que dependem, direta ou indiretamente, da vegetação para se alimentarem. A poluição do ar e da água, principalmente, reduzem a diversidade das espécies da população de insetos urbanos, e a população de insetívoros e,

1. A. M. Ileck, *The Ecology of Stray Dogs*, Baltimore, York Press, 1973, p. 53.
2. Exceção quando for indicado, a descrição das características dos habitats urbanos foi extraída de Don Gill e Fenelope Bonnett, *Nature in the Urban Landscape: A Study of Urban Ecosystems*, Baltimore, York Press, 1973. Este pequeno volume continua a ser uma das melhores descrições das comunidades animais urbanas e das estratégias para seu manejo.

correspondentemente, pequena. Para as espécies capazes de tirar proveito destas, a cidade fornece um número surpreendentemente grande de novos habitats, incluindo edifícios, parques, quintais, esgotos, corredores de tráfego e depósitos de lixo.

O interior e o exterior dos edifícios e outras estruturas fornecem um grande número de habitats. A casa comum pode abrigar ratos e camundongos, baratas e formigas, aranhas, moscas, traças de roupas e outros bichos. Os parais-domésticos constroem seus ninhos em beirais e respiradouros. Edifícios com parapetos e beirais dão abrigo aos pombo e estorninhos. Os ancestrais dos pombo vivem em penhascos e se alimentam nas terras agrícolas vizinhas. Os estorninhos, que desde o fim do século XIX adotaram o centro das cidades como seu principal lugar de abrigo, abrigavam-se anteriormente nas árvores dos parques urbanos e depois se mudaram para os peitoris e beirais dos edifícios próximos. As coberturas e parapetos dos altos edifícios oferecem lugares para ninhos de muitas aves de penhascos, incluindo os francelhos em Londres e os falcos-peregrinos em Montreal, Chicago, Nova Iorque, Boston e Filadélfia. Muitos pássaros, inclusive pombo e parais-domésticos, usam as vigas metálicas de pontes e estações ferroviárias como se fossem galhos de árvores. Morecos e esquilos-cinzentos às vezes moram nos sótãos, especialmente se os edifícios estão abandonados. Quando os edifícios fornecem, além do abrigo, uma abundante quantidade de alimentos, podem sustentar uma grande população de animais. Armazéns de alimentos são o habitat favorito de ratos, camundongos e parais-domésticos.

Junto com a vida selvagem que penetra nos edifícios sem convite, estão os animais que os humanos domesticaram e que mantêm por prazer, esporte ou alimento. Os gatos e os cães estão entre os mais abundantes animais de estimação da cidade. É possível que haja um cachorro para cada sete pessoas nos Estados Unidos. Embora essa relação seja provavelmente maior nas áreas rurais que nas cidades, alguns estudos avaliaram que mais da metade dos cães dos Estados Unidos moram nas cidades³. Enquetes domiciliares na cidade de Baltimore revelaram que 37 a 51% de todas as famílias na área urbana possuem um cão⁴.

Pequenos parques urbanos com jardins convencionais e grandes parques urbanos com gramados cortados e árvores espaçadas oferecem pouca segurança contra predadores e uma pequena quantidade de plantas como fonte de alimento. O número de espécies que abrigam é relativamente pequeno — principalmente esquilos, parais, estorninhos e pombo. Apesar de os jardins particulares e quintais nas áreas mais antigas oferecerem uma variedade maior de vegetação e alimento, poucas espécies podem sobreviver quando limitadas ao jardim doméstico; a maioria necessita de acesso aos grandes espa-

3. Beck, *op. cit.*, p. 9.
4. *Iidem, ibidem*.

ços livres. Desse modo, as espécies potenciais que um proprietário individual pode atrair para seu quintal dependem muito da proximidade de uma área ampla, de preferência arborizada, tanto quanto do arranjo e seleção de plantas dentro do quintal. Um pequeno quintal residencial no centro da cidade, cercado por edifícios e áreas pavimentadas, irá ainda atrair principalmente esquilos, estorninhos e pardais, mesmo se guarnecido de plantas atrativas a outras espécies selvagens. Os depósitos de lixo atraem muitas espécies de vida selvagem, e seus predadores, a cidade. Gaviotas, corvos, pardais, estorninhos, pombos, frangos são as principais espécies de pássaros dos depósitos de lixo de Londres. Os frangos caçam roedores, e os outros pássaros carniceiros procuram restos de comida no lixo. Bandos de gaviotas na cidade algumas vezes excedem a 4 mil.

Corredores de tráfego como auto-estradas, canais, vias de servidão de estradas de ferro são canais potenciais de deslocamento para a vida selvagem urbana, mas as vias de servidão de gramados aparados com poucos arbustos e árvores não têm chances de contribuir com este propósito. Ratos e guaxinins usam os canais de águas pluviais e esgoto sanitário para se locomoverem e se abrigarem. A combinação de um suprimento fácil de comida nas latas de lixo e proteção oferecida pelos bueiros pode abrigar populações de guaxinins consideravelmente maiores do que as áreas rurais. A densidade de população de guaxinins num subúrbio próximo ao centro de Cincinnati pode alcançar um guaxinim por 0,5 ha; a densidade frequentemente encontrada nos refúgios de vida selvagem em áreas rurais é de um guaxinim para 4,8 a 18 ha. Quando a sua população torna-se muito densa, os guaxinins, mais do que uma amenidade, viram um transtorno para a população humana.

A poluição das águas e os sedimentos nos cursos d'água, rios e lagos da cidade eliminam muitas espécies aquáticas. A perda de oxigênio dissolvido, provocada pelo excesso de nutrientes orgânicos nos encanamentos de água e esgoto, ocasiona a mortandade de peixes, quando ocorre precipitação e inundação nas espécies de peixes, quando ocorre por um longo período de tempo. Com a diminuição do oxigênio dissolvido, as percas e outros substituem as trutas, os salmões e barbos, que são, por sua vez, substituídos por carpas e peixes-luas. As grandes quantidades de sedimentos em suspensão por carpas e peixes-luas diminuem a penetração da luz e, desta forma, das plantas aquáticas que são incapazes de crescer e dos peixes e outros organismos que dependem das plantas para alimentação e abrigo. Metais pesados, resíduos de pesticidas e outros tóxicos também se acumulam nos orga-

5. James R. Schinner e Darrell L. Guiley, "The Ecology of Urban Raccoons in Cincinnati, Ohio", em John H. Noyes e Donald R. Forgue (eds.), *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*, American University of Mammals Cooperative Extension Service, 1974, p. 129.
6. A descrição dos hábitos aquáticos e de seus efeitos sobre a população de peixes foi extraída de Alwyn Whetler, "Fish in an Urban Environment", em Ian C. Laurie (ed.), *Nature in Cities*, Clithero, Inglaterra, Wiley, 1979.

nismos aquáticos até atingir concentrações fatais. Nos anos 50, o rio Tamisa, em Londres, tinha pouco ou nenhum oxigênio e, fora as enguias, praticamente não havia peixes numa extensão de mais de 54 km.

Apesar do fato de as cidades criarem muitos novos habitats e apesar das abundantes fontes de alimentos nos lixos e refugos humanos, o número de espécies selvagens que sobrevive no centro das áreas urbanas é pequeno e res-
 tito principalmente às espécies alienígenas, que se adaptaram há muito tem-
 po ao ambiente urbano. Diminuíram as faixas de habitat atrativo à vida selvagem nativa são ilhas fragmentadas, embutidas numa matriz de edificações e áreas pavimentadas. Esta fragmentação de habitats elimina a maioria da vida selvagem que migrava pelo solo ou sob ele, embora os pássaros possam voar de uma nesga para a outra, eles raramente o fazem, a não ser que as ilhas de há-
 bitats atrativos sejam grandes e interligadas. O número de espécies de pássa-
 ros de criação declina drasticamente das áreas periféricas para a área central da cidade. Mais de noventa espécies de pássaros procriam num raio de 24 km de Manchester, na Inglaterra, ainda que apenas seis espécies procriem na área central da cidade e o número aumenta muito gradualmente com a distância do centro: onze espécies a 1,2 km, 22 espécies a 3,6 km, 45 espécies a 7,25 km, 68 espécies a 13,7 km e 81 espécies a 19,3 km. A forma da cidade limita não só a abundância mas também a diversidade dessa vida selvagem, que poderia ser uma amenidade. Ao mesmo tempo, a maior parte da vida selvagem que resiste na cidade se transforma em pragas.

V A VIDA SELVAGEM COMO UM TRANSTORNO

Algumas das espécies mais comuns de animais na cidade são potenciais transmissores de doenças aos humanos. Um fungo nas fezes dos estorninhos foi associado a casos de histoplasmose, uma doença pulmonar, e um fungo nas fezes dos pombo, a criptococose, doença que pode afetar os pulmões e o sistema nervoso central. Animais de sangue quente são transmissores poten-
 ciais da raiva. Dos 4 427 casos de raiva registrados nos Estados Unidos em 1972, 78% foram transmitidos por animais selvagens: 60% por javaliacaras; 19% por raposas; 15% por morcegos e 5% por guaxinins.¹⁰

Animais domésticos como cachorros representam uma ameaça maior para a saúde pública do que a maioria dos moradores nas cidades imaginam. Mordidas de cães são o problema mais comummente percebido: em 1970, fo-

7. Michael Housonne, "Bird Life in the City", *Nature in Cities*, p. 190.
8. R. J. P. Thearle, "Urban Bird Problems", em K. K. Murton e U. N. Wright (eds.), *The Problems of Birds and Pests, Symposium of the Institute of Biology*, n.º 17, Londres, Academic Press, 1966, p. 182.
9. Idem, p. 183, e Gill e Bonnell, *Nature in Urban Landscapes*, p. 11.
10. Louis N. Locke, "Diseases and Parasites in Urban Wildlife", em Moyes e Forsythe (eds.), *Wildlife in Urbanizing Environment*, p. 111.

ram registradas 6 809 mordidas apenas na cidade de Baltimore. Com uma população correspondente a um sétimo da população humana, os cães causam maiores danos ao ambiente da cidade do que se pode assimilar rapidamente. A Secretaria de Proteção Ambiental de Nova Iorque fez uma tentativa de medir a magnitude desse impacto e estimou que a população canina da cidade de Nova Iorque deposita alguma coisa entre 5 mil a 20 mil toneladas de fezes anualmente¹¹. Os parques urbanos com gramados cercados por densos distritos residenciais não passam de privadas de cães. Em lugares como a Rittenhouse Square, em Filadélfia, é difícil encontrar no gramado um espaço limpo de fezes para se sentar. O solo nas áreas de recreação e nos parques, contaminados por fezes caninas, se ingerido por crianças pequenas, pode ser uma fonte de vermes¹². As fezes caninas contribuem para a contaminação bacteriológica das águas pluviais das cidades, tornando-as semelhantes a um esgoto sanitário diluído¹³.

Cachorros sem coleira, domésticos ou vadios, são muito mais ameaçadores do que os cachorros presos. Cães sem coleira causam a maioria dos ataques registrados e frequentemente complicam o controle dos ratos. Eles reviram o lixo, tornando-o acessível aos ratos e retardam a atividade das equipes de controle da zoonose. As pessoas frequentemente evitam usar venenos de rato, por medo de que possam envenenar os cães. Além disso, os ratos se alimentam das fezes dos cães¹⁴.

Os animais domésticos sempre foram um aborrecimento na cidade. Na época colonial nos Estados Unidos, cães e porcos soltos eram uma ameaça aos transeuntes e às propriedades¹⁵. A maioria das cidades resolveram o problema dos porcos em meados do século XVIII, mas não sem muito barulho. Quando Nova Iorque banii os suínos da cidade, em 1744, uma viúva perguntou: "Se os porcos precisam sair, por que não banir também os galos e cães?" Nas cidades coloniais, assim como hoje, eram os cães soltos que criavam os principais problemas. A cidade de Filadélfia permitia aos cidadãos matarem os cães vadios e aplicava pesadas multas aos donos dos cães que os deixassem soltos. Em 1722, os habitantes de Filadélfia podiam "matar, se os vissem, os autores de qualquer distúrbio canino" e, por volta de 1727, todos os proprietários de cães foram obrigados a mantê-los acorrentados, sob pena de prisão multa. Multidões de cães vadios são ainda um problema nas cidades do mundo todo, como documentado na Inglaterra, Estados Unidos e Japão¹⁶. As

11. Beck, *op. cit.*, p. 54. Isto foi anterior à lei "da pat" da cidade de Nova Iorque, que exige que as propriedades de cães limpem as fezes de seus animais de estimação.
12. Richard Fiedl e John A. Langer, *Countermeasures for Pollution from Overflows: The Scent-of-the-Air*, Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 1974, p. 4.
13. Beck, *op. cit.*, pp. 51-52.
14. Carl Bridenbaugh, *Cities in the Wilderness: The First Century of Urban Life in America 1625-1742*, London, Oxford University Press, 1966, p. 19.
15. A. H. Carding, "The Significance and Dynamics of Stray Dog Populations with Special Reference to the U.K. and Japan", *Journal of Small Animal Practice*, (10) 419-416, 1969.

sim como no passado, o problema é causado principalmente pelas pessoas. Alguns cães vadios podem ser filhotes de outros cães vadios, mas a maioria são cães de estimação fugidos ou abandonados, e alguns são cães cujos proprietários permitem que andem soltos pelas ruas.

Em 1960, um bando de estorninhos voou de encontro a um avião, imediatamente após sua decolagem do aeroporto Logan em Boston. O resultado foi sua queda e a morte de sessenta pessoas¹⁷. Em muitos casos, as colisões entre pássaros e aeronaves envolvem galvores, porque os aeroportos estão muitas vezes localizados nos limites das cidades, em áreas marginais – em pântanos aterrados, ou junto a lagos ou oceanos, muito próximos aos limites municipais¹⁸. Muitas dessas áreas foram habitadas por aves, antes que se tornassem aeroportos, e a adição de água parada, edificações para se abrigar e a eliminação de muitos predadores tornam os aeroportos habitats atrativos para os pássaros.

Onde pombo e estorninhos usam os prédios para fazer seus ninhos e se abrigar, suas fezes podem se acumular nas paredes e nos calçamentos embaixo, danificando a propriedade. Ratos e pássaros que alcançam as áreas de armazenamento de alimentos podem causar uma perda considerável. Mamíferos como esquilos frequentemente destroem as plantas nos jardins e parques. Em bre o início da primavera e o final do verão de 1977, os esquilos-cinzentos destruíram 2 mil gerânios e danificaram árvores recém-plantadas, num total aproximado de 4 500 dólares, no Lafayette Park, em Washington, D.C.¹⁹

Na raiz de todos ou quase todos os problemas com a vida selvagem na cidade estão pessoas que não percebem as consequências de seus atos e que frequentemente, têm atitudes conflitantes em relação a compartilhar seu habitat com outras espécies animais. A disposição descuidada de alimentos e refugos suscita a população de muitas pragas urbanas. São pessoas que nem animais de estimação e permitem que eles sejam amargos ao ambiente urbano. Quando as pessoas alimentam aves migratórias, encorajando-as a se tornarem moradores permanentes, muitas vezes as transformam em pragas que sujam as águas e os parques onde se abrigam. Nos anos 70, alguns poucos ganhos canadenses começaram a passar o inverno em Toronto e Filadélfia. Eles escolheram os parques junto às margens das ilhas de Toronto, em Toronto, e junto ao rio Schuylkill, em Filadélfia, para sua morada. Os moradores locais, encantados com o espetáculo, alimentaram os ganhos. A distribuição de comida continuou, e a cada ano o número dos ganhos que perma-

17. Victor E. F. Solman, "Aircraft and Wildlife", em Noyes e Porgulak (eds.), *Wildlife in an Urbanizing Environment*, p. 138.
18. *Idem, ibidem*.
19. David A. Mianaki, Larry W. Van Drait e Vagn Flyger, "Activities of Gray Squirrels and People in a Downtown Washington, D.C. Park: Management Implications", *Transactions of the Forty-sixth North American Wildlife and Natural Resources Conference*, Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1981, pp. 439-454.

neciam aumentava. Finalmente, por causa de seu grande número, os ganhos poluíam as águas das lagoas de Toronto e do rio Schuykill com suas fezes. O caso do Lafayette Park ilustra a complexidade do problema e os valores conflitantes envolvidos. Após os danos que os esquilos causaram ao paisagismo do Lafayetle Park, que fica de um lado e outro da Pennsylvania Avenue vindo da Casa Branca, começou uma disputa entre a equipe de manutenção do parque, interessada em proteger o paisagismo, e os visitantes, preocupados com o bem-estar dos esquilos. Após um grande dano às árvores e flores do parque em 1977, o Serviço Nacional de Parques começou a mudar os esquilos para áreas fora da cidade. Reclamações dos moradores e subsequentes notícias nos jornais suspenderam o programa de remoção. Numa tentativa de resolver o conflito, o Serviço Nacional de Parques realizou um estudo da situação. O estudo revelou diversos fatos interessantes, anteriormente não-reconhecidos: a densidade dos esquilos no Lafayetle Park era maior do que as maiores densidades anteriormente registradas; muito maior do que nos trechos suburbanos; essa densidade era devida ao excesso de alimento dado aos esquilos pelos visitantes; os esquilos estavam comendo apenas uma parte do alimento deixado para eles, sendo a parte restante comida por ratos e pássaros; o problema de remoção, em vez de melhorar a situação do parque, provavelmente agravava-a. Os esquilos estavam realmente danificando o parque, engolindo a casca das árvores" e colhendo constantemente as folhas para seus ninhos, em número consideravelmente grande. Em março, o Lafayetle Park sustentava 18 esquilos por 1 ha, mas após a estação de procriação, na primavera e no verão, a população subia para 41 esquilos em novembro. O programa de relocalização foi retomado do início, apesar da reação pública. Parece que a quantidade de alimento no parque era tão abundante que os esquilos imigravam das vizinhanças para substituir aqueles que tinham sido removidos. A tensão entre os esquilos recém-chegados e os residentes estabelecidos, ironicamente, manifestou-se por um aumento dos danos às plantas.

No cerne do problema da densidade dos esquilos estavam algumas poucas pessoas que lhes ofereciam grandes quantidades de alimentos. Essas alimentações suplementares, acima e além do que os esquilos apanhavam para si mesmos, representava 37% de sua dieta em abril e maio, e 75% de sua dieta em outubro. Os amendoins correspondiam a 35% de toda a alimentação ingerida pelos esquilos. Seis almas dedicadas forneciam 90% dessa alimentação suplementar. Dois desses "proteitores de zôo", segundo os investigadores do caso, visitavam o parque seis dias por semana durante o inverno e cinco dias por semana durante o verão. Esses dois "proteitores de zôo" traziam 3,5 kg de amendoins em cada visita no verão e 7 kg a cada visita no inverno, ou mais de 1 360 kg por ano, a um custo de mais de 800 dólares. Outros visitantes do parque também paravam para observar os esquilos e alimentá-los, mas com pouca frequência e em pequenas quantidades. Os esquilos comiam apenas 27% do

alimento deixado por esses "proteiores de 2do" e enterravam mais 24%. Os raios, estorninhos, pombo e pardais. Enquanto os "proteiores de 2do" continuam a fornecer um excesso tão grande de alimento, o parque continuará a abrigar uma densa população de esquilos, e suas árvores continuarão a ser usadas para a construção de casas. Enquanto isso, criam-se cada vez mais habitats artificiais para as pessoas entram em contato todos os dias, a menos que ela se torne um administrador dos animais de caça, mas ignoram a vida selvagem com a qual as pessoas comuns, restando cada vez menos habitats para as espécies mais desajustadas. Ações simples, a um custo mínimo, remediariam esta situação.

20. Tommi L. Brown, Chad P. Dawson e Robert L. Miller, "Interests and Attitudes of Metropolitan New York Residents about Wildlife", em *Transactions of the Forty-Fourth North American Wildlife and Natural Resources Conference*, Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1979, pp. 289.

O homem sempre obteve junto aos animais sustento, esporte, companhia, conforto e prazer. Uma fonte abundante de peixes ou outros animais habitou algumas sociedades humanas antigas a criarem colonizações estáveis, mas a caça e a pesca continuaram a ser praticadas como esporte mesmo após não serem mais requeridas para a sobrevivência. Muitos jardins persas primitivos eram áreas de caça e, como já foi dito, muitos parques nas cidades europeias eram antigos campos de caça reais, incluindo o Regent's Park e o Hyde Park em Londres e o Tiergarten em Berlim. É inteiramente apropriado que esses ainda abriguem uma população diversa de vida selvagem urbana.

O cão, originalmente domesticado como caçador e pastor, manteve uma posição privilegiada como companhia humana, muito depois de sua importância econômica ter desaparecido. Na simbologia cristã medieval, o cão representava fidelidade. Passaros canoros, como o rouxinol e o tordo-imitador, há muito tempo pertencem ao folclore. O interesse pelos passaros continua até o presente. Rações para passaros tornou-se um grande negócio nos Estados Unidos; em 1974, a venda de ração atingiu 170 milhões de dólares. Pesquisadores estimam que aproximadamente 20% das moradias nos Estados Unidos compram uma média de 27 kg de alimento para passaros a cada ano!

É uma pena que grande parte do contato humano com a vida selvagem na cidade seja negativo. Com planejamento e manejo apropriados, as pragas urbanas poderiam ser controladas, os efeitos negativos dos animais de estimação mitigados, e a diversidade dos pássaros e outras espécies selvagens aumentada. Embora o controle de pragas e o manejo de animais de estimação contiram principalmente normas para as atividades humanas mais que para a manipulação da forma urbana, a introdução e encorajamento da vida selvagem "desejável" dependem em grande parte da preservação e criação de habitats. Moradores de muitas cidades americanas demonstraram seu interesse pela vida selvagem urbana. Em 1976, os eleitores de Missouri aprovaram uma emenda na Constituição estadual para adicionar 0,125 cent ao imposto sobre as vendas estaduais para prover fundos para o Projeto de Programa de Conservação. A emenda recebeu a maior parte de seu apoio de moradores da cidade de St. Louis, Kansas City e Springfield.

Existem muitos modelos bem-sucedidos para atrair uma diversa e abundante vida selvagem urbana. O Regent's Park e o Hyde Park, em Londres, o Rock Creek Park, em Washington, D.C., e o cemitério de Mount Auburn, em Boston, são todos conhecidos pelo grande número de pássaros que abrigam, e são bastante freqüentemente pelos observadores de aves. Vales ribeirinhos e vias de servidão das ferrovias de Londres e ravinas em Los Angeles ligam a cidade a seu subúrbio rural e permitem a penetração da vida selvagem na cidade. As cidades novas de Columbia, em Maryland, e Woodlands, no Texas, man- tiveram vales ribeirinhos arborizados com o mesmo propósito.

ALIMENTO, ÁGUA, ABRIGO E TERRITÓRIO

Alguns poucos princípios básicos devem guiar o manejo da vida selvagem urbana, quer o objetivo seja aumentar a diversidade e a abundância das espécies desejadas ou controlar a quantidade e a propagação das pragas. Os animais selvagens são interligados uns aos outros e às plantas pela soma das relações entre os predadores e as presas, conhecida como rede alimentar. Cada espécie tem requisitos particulares para seu habitat, sem os quais não pode sobreviver.

Herbívoros comem plantas, carnívoros comem outros animais, e onívoros comem ambos, seguindo uma sequência conhecida como cadeia alimentar, que passa a energia e a matéria de um organismo para outro. A rede alimentar para um dado ecossistema é a soma de todas as cadeias alimentares em seu interior. A urbanização rompe a rede alimentar, e a eliminação de uma única espécie ou grupo de espécies provoca uma reação em cadeia. Muitos in-

2. Daniel J. Witter, David L. Tika e Joseph E. Werner, "Values of Urban Wildlife in Missouri", em *Transactions of the Forty-Sixth North American Wildlife and Natural Resources Conference*, Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1981, p. 424.

setos, por exemplo, não podem sobreviver nas cidades, e os insetívoros são, menos comuns. A remoção de um predador pode resultar na criação de uma praga de ratos, estorninhos e pombo. Predadores na cidade. Para alguns gatos e cachorros domésticos e selvagens, os carnívoros urbanos são raros. As espécies selvagens urbanas mais bem-sucedidas, incluindo muitas pragas, são onívoras, porque são menos dependentes de um único tipo de recurso alimentar.

Cada animal tem exigências específicas de alimento, água, abrigo e território, sem as quais não pode sobreviver. Preferências alimentares e necessidades de abrigo para muitos animais selvagens são bem conhecidas. Quando elas são satisfeitas, em combinação com água adequada, espaço suficiente e proteção contra predadores como cães e gatos, existe uma boa possibilidade de que, se uma determinada espécie for nativa da região, possa ser mantida. O tamanho, forma e localização do habitat são importantes (ver Fig. 11.1), assim como sua conexão física a grandes porções de habitat dentro ou fora da cidade (ver Figs. 11.2 e 11.3). O tamanho do habitat é muitas vezes o fator limitante mais importante nas cidades, onde trechos e faixas de um habitat adequados são isolados numa matriz de edificações, calçamentos e gramados. O objetivo do manejo da vida selvagem urbana deve ser criar habitats nos quais as comunidades de animais possam ser auto-renováveis.

Centros urbanos densamente edificados oferecem um ambiente muito estreito de habitats. As espécies que sobrevivem, e que frequentemente se tornam pragas, dependem em larga medida da fonte de alimentos humanos e da habilidade de encontrar um habitat adequado nas estruturas das edificações humanas. Os estorninhos e pardais constroem seus ninhos nos beirais, e os pombo se abrigam e nidificam nas altas vigas expostas. Pombo e estorninhos abrigam-se ambos em edifícios com amplos beirais. O projeto arquitetônico que elimina recantos, fendas, orifícios e beirais protegidos reduz substancialmente a atração dos edifícios como habitat.

Um controle de pragas efetivo deve combinar a restrição às fontes de alimento com a facilidade de acesso ao abrigo. Alguns animais se tornam pragas apenas quando ocupam habitats conflitantes com as atividades humanas. Em tais casos, especialmente onde a presença de animais representa um risco de contaminação ou risco à segurança, o manejo de habitats é frequentemente o meio mais efetivo de controle. Dessa forma, os aeroportos devem ser manejados como habitats pouco atraentes para os pássaros: as fontes de alimentos como árvores frutíferas e arbustos devem ser eliminadas; a grama deve ser mantida

3. Richard M. DeGraaf e Gretchen M. Whinn, *Trees, Shrubs, and Vines for Attracting Birds: A Manual for the North East*, Auburn, University of Massachusetts Press, 1979; Alexander C. Martin, Herbert S. Zinn e Arnold I. Nelson, *American Wildlife and Plants: A Guide to Wildlife Food Habits*, Nova Iorque, Dover, 1951.
4. Lista e muitas das recomendações subsequentes foram extraídas de Daniel L. Leedy, Robert M. Maestri e Thomas M. Franklin, *Planning for Wildlife in Cities and Suburbs*, Washington, D. C., Fish and Wildlife Service, 1978.

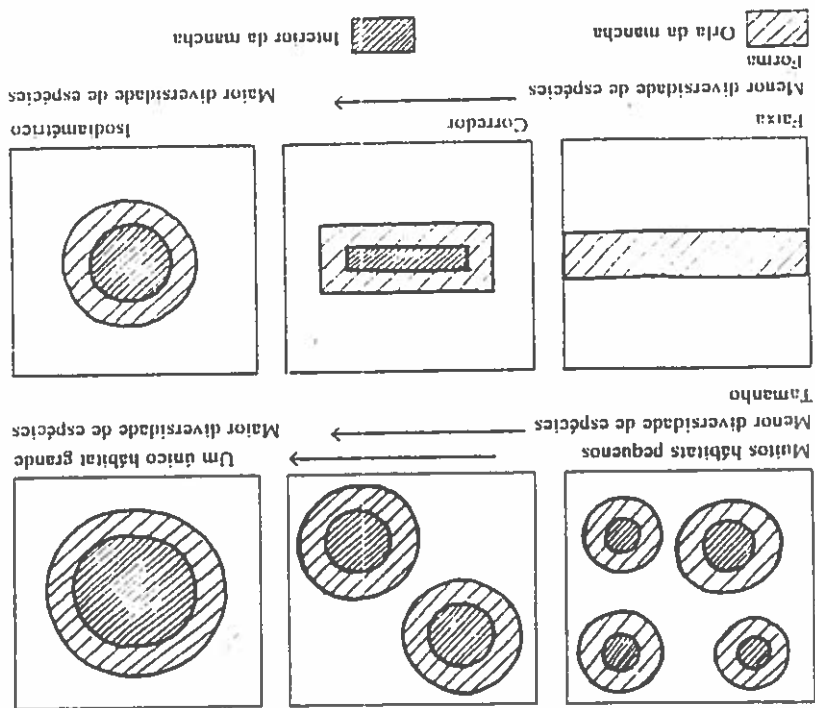


Fig. 11.1. Princípios da biogeografia aplicados ao projeto de habitat da vida silvestre. Para aumentar a diversidade das espécies, as áreas maiores são preferíveis às menores, e dimensões mais amplas, preferíveis às mais estreitas.

a uma altura máxima de 13 a 20 cm. Os edifícios dos aeroportos devem ser projetados de forma a não oferecerem abrigo atraente e a evitar o acúmulo de água na cobertura. A acumulação de água deve ser evitada. Os depósitos de lixo e as fábricas de processamento de peixe, que atraem grandes bandos de pássaros, não devem situar-se próximo aos aeroportos.

Os animais de estimação só se tornam pragas pela negligência e ignorância do homem. Normas mais restritivas aos cães nas cidades, que obriguem os donos a prenderem seus cães e limparem seus dejetos, eliminariam a maioria dos riscos à saúde que eles apresentam. Algumas cidades atualmente dispõem de sanitários para cães nos parques.

Existem dentro das cidades muitas oportunidades para aumentar a diversidade e a abundância da vida selvagem. O aumento da diversidade das espécies "descejaíveis" não resolverá o problema das pragas, mas poderá mitigá-lo pela oferta de uma competição com as espécies nocivas. Pelo projeto e manejo da paisagem urbana, levando em conta as necessidades de habitat das diversas espécies, uma vida selvagem abundante e diversa pode ser

estimulada, onde ela puder oferecer uma amenidade, ou excluída onde puder criar problemas. O objetivo deve ser a criação de habitats de vida selvagem dentro da cidade que irão sustentar a procriação e permitir a migração entre a cidade e o campo.

A CRIAÇÃO DE HABITATS VIAVEIS

Embora o número de espécies de pássaros que procriam diminua notavelmente com a proximidade da área central da cidade, os grandes parques, que oferecem abrigo e alimento suficientes, bem como uma diversidade de habitats e corredores que liguem o centro ao campo, podem subverter esta regra. Muitos parques londrinos são ecossistemas impressionantes desde fato. Das cerca de oitenta a cem espécies de pássaros encontrados em qualquer área das ilhas britânicas, setenta a oitenta são o máximo possível nas cidades⁵. O máximo real registrado é de cinquenta a sessenta espécies, quando os subúrbios e o centro são tomados em conjunto, e de 25 a trinta nos grandes centros urbanos. Um grande parque inglês com uma vegetação diversa pode comportar mais de 25 espécies de pássaros, não importando quão próximo esteja da área central da cidade; um parque pequeno e com pouca vegetação ou uma área residencial pode abrigar não mais que quinze espécies. Londres é particularmente afortunada quanto ao número e tamanho de seus parques urbanos. O Regent's Park e o Hyde Park ficam ambos perto da área central de Londres, embora o Regent's Park abrigue aproximadamente 34 espécies de aves e o Hyde Park, 29. O Wandsworth Common, a 1 km do centro de Londres, abriga apenas dezoto espécies. Este é um parque muito menor, isolado numa área densamente povoada⁶.

Também, forma e continuidade de habitats convenientes são decisivos para a maximização da diversidade e abundância das espécies. Um habitat amplo e contínuo abrigará mais espécies e indivíduos do que uma mesma área dividida em porções isoladas e menores⁷. Tome-se, por exemplo, um bosque rodeado por casas. Alguns pássaros irão viver principalmente dentro da área dos jardins domésticos, enquanto outros viverão nas orlas do bosque. Outras espécies não viverão nem junto ao bosque nem nos jardins, mas farão seus ninhos no centro de uma região arborizada. Se o bosque for muito pequeno, consistirá inteiramente em espécies periféricas; se for suficientemente grande para compreender muitas árvores interiores, também abrigará essas espécies e, assim, uma diversidade maior (Fig. 11.17).

5. Michael Housham, "Bird Life in the City", em Ian C. Laurie (ed.), *Nature in Cities*, Chichester, Inglaterra, Wiley, 1979, p. 189.
6. *Ibidem*, *ibidem*.
7. Richard T. T. Forman, "Interaction Among Landscape Elements: A Core of Landscape Ecology", em *Regional Landscape Planning: Proceedings of Educational Sessions*, American Society of Landscape Architects, 1981, p. 45.

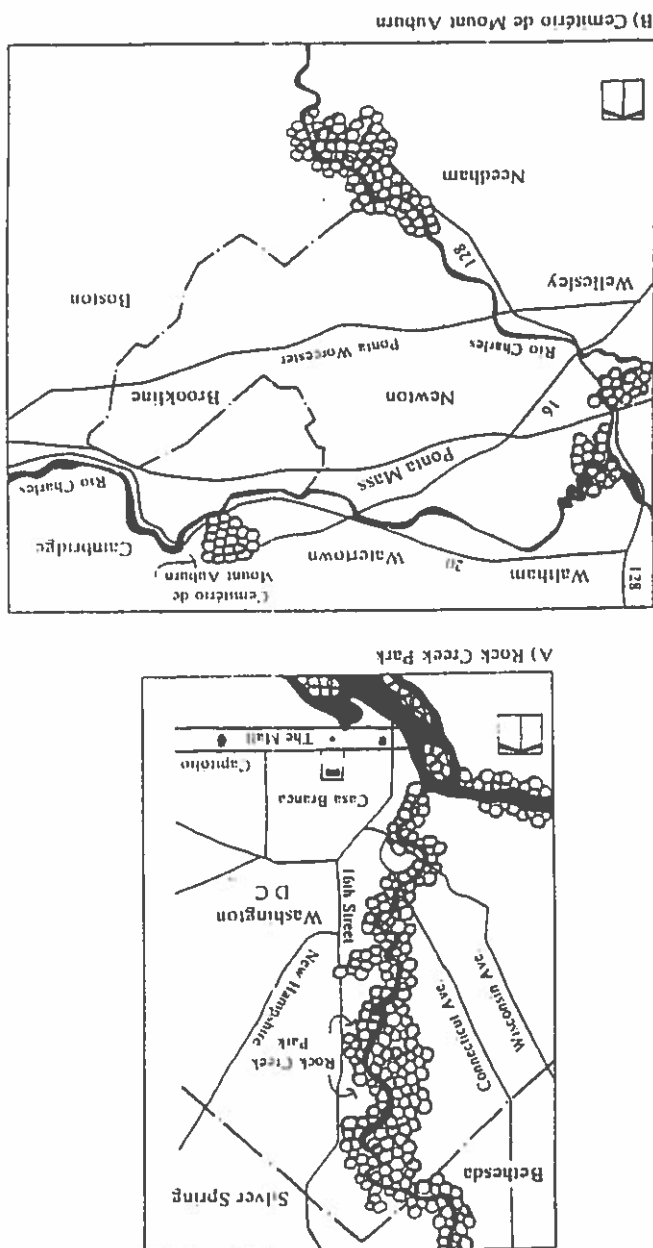


Fig. 11.2. Rock Creek Park: o cemitério de Mount Auburn, dois grandes parques urbanos que devem a diversidade e abundância de sua vida selvagem à sua localização no longo dos corredores ribeirinhos que ligam a cidade ao campo.

A vida selvagem não reconhece limites de propriedade, e áreas privadas dentro da cidade, tanto públicas como privadas, podem aumentar o tamanho de um espaço público urbano e as ligações entre eles. Os cemitérios, por exemplo, representavam aproximadamente 35% do espaço livre da cidade de Boston e de seus subúrbios, e 95 espécies de pássaros foram identificadas nos cemitérios de Boston, entre elas garças-azuis, falões, gaviões, codornizes, faisões, cucos, martins-pescadores, azuleos e torlinheiras. Muitos desses pássaros estavam fazendo ninhos, não só as espécies comuns como torlodos e gatos, mas também pica-paus, pardais canoros, torlodos-americanos, colaptes e torlodos-imitadores*. Os cemitérios também abrigam um grande número de anfibios e répteis: cobras não-venenosas comuns, cágados, tartarugas almiscaradas, tartarugas-vidoras, tartarugas pintadas, lagartixas e salamandras; rãs comuns; rãs-bois, rãs-verdes, rãs-leopardo e rãs-peixes*. O número de pássaros em cada cemitério está relacionado diretamente com seu tamanho e diversidade e com a quantidade de vegetação nele existente.

O cemitério de Mount Auburn é a meca dos observadores de pássaros de Boston. Primeiro cemitério "jardim" nos Estados Unidos, foi aberto na década de 1830 com amplos bosques e múltiplos lagos, numa tradição paisagística que se manteve por toda a sua história. A atual administração considera a vida selvagem quando projeta novos setores. O sucesso do cemitério de Mount Auburn como um santuário da vida selvagem não se deve apenas ao tamanho e ao paisagismo, mas também ao fato de ser limítrofe do rio Charles, não sendo, desta forma, uma ilha circundada pela cidade, mas uma península que se projeta do corredor formado pelo rio (ver Fig. 11.2).

Algumas populações de vida selvagem mantidas pelos grandes parques urbanos se estenderão às áreas residenciais adjacentes, mas apenas quando o paisagismo oferecer esta oportunidade. O Rock Creek Park, em Washington, D.C., fica num grande vale ribeirinho, entre o centro de Washington e o subúrbio de Maryland, suficientemente grande e contínuo para abrigar uma grande diversidade de pássaros (ver Fig. 11.2). Dois bairros muito diferentes confinam com o parque a leste e a oeste. A oeste ficam três ruas arborizadas com casas residenciais e jardins paisagísticos, bem como alguns conjuntos de casas e apartamentos. A leste, está um bairro muito mais denso, com poucas árvores e quase nenhum paisagismo. A diversidade de aves e a proporção de pássaros notivos em relação aos pássaros canoros varia radicalmente de leste para oeste (Fig. 11.3). No leste, encontram-se pardais, pombos e esorninhos em abundância e bem poucos pássaros canoros. O número de esorninhos e pardais aumenta com a distância do parque. Nos jardins paisagísticos do oeste, encontra-se a metade da quantidade de pardais, um número menor

8. Jack Ward Thomas e Ronald A. Dickson, "Cemetery Ecology", em John H. Noyes e Donald R. Forsythe (eds.), *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*, Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974, p. 107.

9. *Idem*, p. 108.

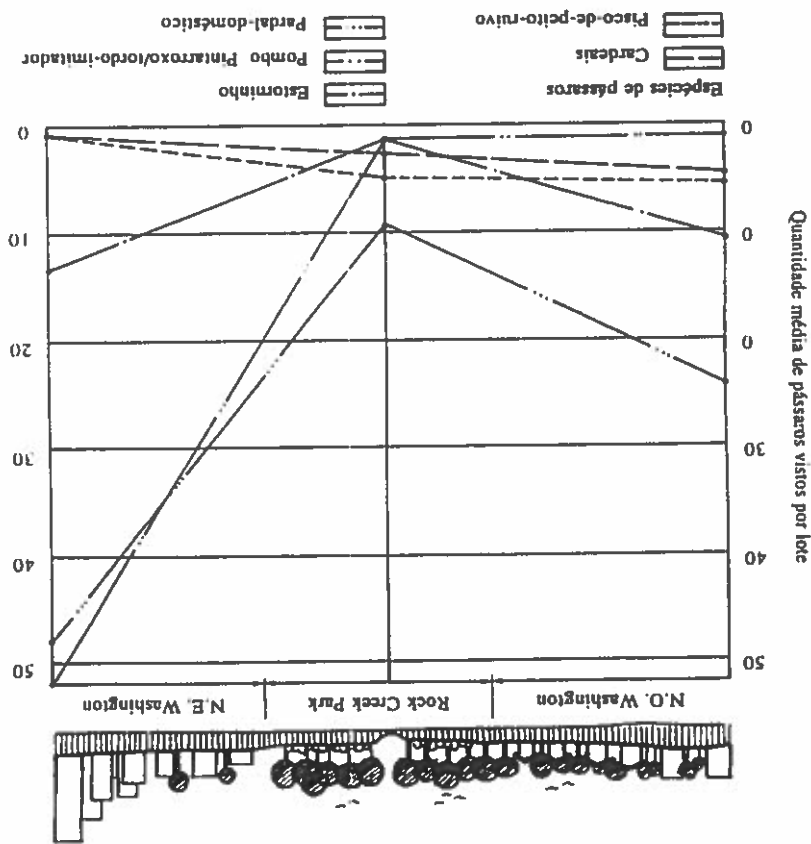


Fig. 11.3. Correlação entre a diversidade e a abundância de pássaros e o paisagismo urbano no Rock Creek Park e nos bairros vizinhos a Washington, D.C. Os pássaros canoros, comuns no parque e nas vizinhanças arborizadas do oeste, são raros nos bairros densamente ocupados e desprovidos de vegetação do leste. As espécies nocivas são muito mais proeminentes no leste.

Rock Creek Park e nos batidos vizinhos a Washington, D.C. Os passaros canoros, comuns no parque e nas vizinhanças arborizadas do oeste, são raros nos batidos. As espécies nocivas são muito mais proeminentes no leste.

...muito mais proeminentes no leste.

de estormenthos e um quinto dos porcos encontrados a leste, sem muito mais

piscos-de-peito-niivo, carduais, lordos, gais, pardais canoros (o "pescador"), atarrallosas espécies esteticamente mais descafeins, o nu-

mero de passaros urbanos tpicos se eduza.

Tamamho e comunidade apenas são insuicientes para garantir uma

vida selvagem abundante e diversa. 7 s espécies de plantas, sua idade e con-

- 10 Robert D. Williamson, "Birds in Washington, D.C.", in Noyes e Pongralske (eds) *Wildlife in an*

Urbanizing Environment, pp. 134-135

digão e a complexidade de seu arranjo espacial são também importantes para determinar se um ambiente oferece alimento e abrigo necessários para que uma determinada espécie realize seu ciclo vital. Alguns pássaros dependem de certas plantas para alimentar-se e de outras para se abrigar. Algumas plantas são usadas por muitos pássaros, outras por poucos. A macieira oferece uma área de abrigo preferida por muitos pássaros, incluindo o pisco-de-peito-ruívo, o grande papa-moscas-de-penacho e a juviateira-de-olho-vermelho. Quarenta e três espécies de pássaros se alimentam dessa fruta, que é o alimento predileto de dezesseis espécies, incluindo o faisão-coléirinha, o pica-pau-penugento e o galo azul. O pica-pau-de-barriga-amarela come a seiva e os frutos, o ampeleto as flores, e o bico-grosso os botões. A macieira silvestre, uma das plantas ornamentais mais comuns, também oferece alimento e abrigo para muitas espécies. Outras plantas ornamentais comuns, como as forsitias e as hortênsias, raramente são usadas por pássaros.

Parques e jardins privados compostos por uma topografia diversa e diversos tipos e arranjos de plantas abrigam um número maior de espécies de pássaros. A variação topográfica deve ser explorada para a criação de muitos microambientes. Trechos adjacentes de prados, um canto coberto de arbustos e uma mata com um luxuriante sobosque abrigarão uma comunidade de vida selvagem mais diversa do que uma simples campina ou bosque. Remanescentes de antigas florestas ou prados urbanos podem ser manejados de forma a aumentar seu valor como habitat da vida silvestre, e um novo habitat pode ser criado pelo estabelecimento de novas comunidades vegetais em terras devolutas como aterros e pedreiras abandonadas. A criação de um novo habitat deve ser feita com cuidado e guiada por uma compreensão da ecologia regional e pelo desenvolvimento de experimentos em pequena escala. O estabelecimento de áreas naturais para a manutenção de espécies para a procriação da vida selvagem é uma tarefa complexa. A ausência de um único organismo crítico pode tornar impossível para uma comunidade animal ou vegetal se perpetuar, podendo desta forma arruinar todo o esforço. É sempre essencial saber para qual espécie de vida selvagem se está projetando, a fim de que o habitat inclua os microrrangismos e os requisitos espaciais apropriados.

Corredores de tráfego, especialmente se localizados ao longo de vales ribeirinhos, têm grande potencial para aumentar a abundância e diversidade da vida selvagem na cidade quando permitem o movimento da vida animal desde o campo até o centro e entre as ilhas de habitats que, de outro modo, ficariam isoladas. Vias de servidão de ferrovias em Londres seguem um padrão radial e, junto com os vales ribeirinhos, formam rotas ao longo das quais a vida selvagem dos subúrbios e da periferia da metrópole pode se mover até o que, de outro modo, seriam habitats isolados dentro da cidade. Alguns corredores não apenas permitem a dispersão, mas são também em si mesmos ha-

bitais permanentes. Nos lugares onde a ferrovia atravessa depósitos calcários e as margens são recobertas por uma comunidade de plantas diversas, há a possibilidade de um grande número de animais viverem nesse corredor. Se o solo é arenoso, o corredor pode mesmo abrigar viveiros de coelhos e tocas de raposas¹². Quanto mais largos forem os corredores, seja ferrovias, canais, fundos de vales seja auto-estradas, e quanto mais densa e diversa a cobertura vegetal que tiverem, maior será o número de espécies animais que os utilizarão para migrarem para dentro e para fora da cidade.

O PROJETO DA METRÓPOLE PARA A VIDA SILVESTRE

A ecologia da região metropolitana – seu clima, topografia, plantas e comunidades animais nativas, assim como a existência de grandes habitats tranquilos próximos da cidade – determina a variação máxima de espécies que se podem acomodar numa determinada cidade. Apenas pela observação da cidade como um todo com seus muitos tipos e tamanhos de espaços livres, essa diversidade potencial pode ser compreendida. O possível habitat da vida silvestre consiste virtualmente em todas as áreas não-pavimentadas, não-construídas na cidade, incluindo os jardins particulares de faculdades e universidades, escolas, hospitais, prisões, empresas, zoológicos, cemitérios, pátios de igrejas, pedreiras de cascalho e areia, canais e reservatórios, campos de golfe, estações de tratamento de esgotos, parques industriais, jardins públicos, parques e espaços urbanos. Em alguns casos, uma quantidade maior de espécies pode ser mantida pelo simples fornecimento de uma ligação entre uma pequena ilha de habitat e outra.

As novas cidades de Columbia, em Maryland, e Woodlands, no Texas, empenhar-se-ão em incorporar a vida silvestre agrupando residências de forma a assegurar um sistema amplo e interligado de áreas livres. O Departamento de Esporte, Pesca e Vida Silvestre dos Estados Unidos trabalhou com os urbanistas de Columbia na manutenção dos habitats de vida silvestre¹³. Não apenas as florestas, prados e matas ciliares existentes foram mantidos, mas aumentados os fundos de vales e também sua diversidade ecológica. Foram criadas clareiras de 0,10 a 0,20 ha nos bosques, e permaneceram intactos os rejeitos, a vegetação do solo e as camadas de folhas mortas. Tropos-se uma rotação a cada quatro anos no corte de grama. A invasão de pragas urbanas como pardais, pombos e estorninhos tem sido mínima, e grande parte da vida silvestre nativa se manteve.

Diversos Estados iniciaram programas para promover a vida silvestre. Em 1973, o Departamento de Conservação Ambiental de Nova Iorque inau-

12. Don Gill e Penelope Bonell, *Nature in the Urban Landscape: A Study of Urban Ecosystems*, Baltimore, York Press, 1973, pp. 78-79.

13. *Ibid.*, pp. 129-131.

guru um dos primeiros programas desse tipo, com o objetivo de "aumentar a abundância, variedade e visibilidade da vida selvagem desejável e seus habitats nas áreas urbanas e suburbanas; aumentar o contato dos moradores da cidade e do subúrbio com a vida selvagem e encorajar a compreensão dos princípios ecológicos e a preocupação com a conservação ambiental; e preservar e melhorar a longo prazo a produtividade e a variedade biológica dos habitats da vida selvagem nas áreas urbanas e suburbanas"¹⁴. Diversos projetos esta-
vam em andamento em 1979: um inventário dos habitats da vida selvagem existentes e potenciais nas áreas urbanas; um parque de vida selvagem concebido como programa piloto em Albany; a venda aos proprietários urbanos de arbustos para atrair aves canoras; um programa educacional para professores de escolas; e o fornecimento de informação aos urbanistas¹⁵.

O Estado do Missouri lançou um programa de vida selvagem urbana com o intuito arrecadar com o imposto estadual sobre as vendas. O programa mantém dois biólogos urbanos para St. Louis e Kansas City para fornecer aos proprietários, construtores e secretarias do governo informações sobre a vida selvagem urbana. Em 1978, começou um programa de pesca urbana em Kansas City e contratou dois biólogos para supervisionarem a atividade e darem conselhos técnicos sobre pesca em outras cidades. Foi feito um inventário de habitats de Kansas City, identificando-se os locais mais adequados à manutenção da vida selvagem nos parques, cemitérios, junto aos cursos d'água, cinturões verdes, buevares e avenidas arborizadas. Um programa de áreas de vida selvagem foi instituído para a aquisição de áreas naturais próximas às cidades. O Estado está realizando um programa experimental para soltar perus selvagens em Kansas City. Além disso, distribuiu material pedagógico sobre conservação aos professores das escolas e instituiu um programa de vida selvagem em quintais¹⁶.

UM PLANO PARA CADA CIDADE

Um plano para melhorar o habitat de vida selvagem pode não apenas aumentar a quantidade e diversidade da vida selvagem desejável na cidade e, dessa forma, o prazer estético por ela proporcionado, mas também diminuir o domínio de algumas espécies nocivas. Pelo controle da localização dos habitats de vida selvagem, os conflitos entre as atividades humanas e a vida selvagem podem ser minimizados.

Cada plano ou projeto para a vida selvagem na cidade deve se basear numa sólida compreensão da ecologia regional, incluindo não só as espécies

14. Brown et al., *op. cit.*, p. 290

15. *Ibidem*, *ibidem*

16. Winter et al., *op. cit.*, pp. 429-430

que correntemente vivem na cidade, mas também aquelas espécies que potencialmente poderiam ser mantidas. É importante compreender os requisitos de cada espécie quanto a alimento, abrigo, água e território, bem como as interações entre as espécies com as quais se relacionam. Cada cidade deve identificar as áreas correntemente usadas na provisão da vida selvagem, bem como áreas adicionais que poderiam ser modificadas para manter uma vida selvagem diversificada, e determinar se esta situada numa rota de passáros migratórios; em caso positivo, quais áreas os passáros costumam usar como locais de descanso. Problemas críticos da vida selvagem variam de cidade para cidade. O problema são os ratos, ou as matilhas de cães vadios? São os bandos de estorninhos, pombos ou passáros migratórios que no fim do inverno se tornam um problema, ou os animais de estimação que excedem a capacidade do ambiente de assimilar seus dejetos? Problemas da vida selvagem serão provavelmente mais críticos em áreas específicas da cidade. O conhecimento das características físicas do ambiente que perpetuam um problema ajudará a resolvê-lo.

Uma estratégia abrangente para a diminuição dos problemas das pragas e o aumento da diversidade da vida selvagem deve:

- Tratar dos problemas de pragas mais críticos na cidade, com atenção especial à melhoria das condições nas áreas que apresentam problemas mais graves.
- Aumentar a diversidade da vida selvagem nas áreas onde não entre em conflito com as atividades humanas.
- Desenvolver novos habitats para a vida selvagem para aumentar a diversidade dos habitats na cidade, mediante a aquisição de áreas naturais e a recuperação de terras devolutas e a exploração tanto dos espaços livres públicos como privados para aumentar o habitat de vida selvagem potencial.
- Criar parques e outros espaços livres e explorar corredores públicos e privados (incluindo vias de servidão de rodovias e ferrovias, obras de infraestrutura, fundos de vales e canais) para ligar habitats existentes ou potenciais da vida selvagem com outros habitats no interior da cidade e com áreas livres na periferia.

Novos edifícios, vias expressas e parques na cidade devem ser projetados para estimularem a diversidade e abundância das espécies de vida selvagem e serem habitats pouco atraíves para as pragas. Cada projeto deve:

- Tratar do relacionamento entre a localização e os problemas causados pelas pragas na cidade, das necessidades dos outros animais de vida selvagem da cidade e dos problemas mais críticos com as pragas, e dos recursos de vida selvagem na área e em sua vizinhança imediata.

- Explorar a proximidade dos habitats existentes de vida selvagem e dos corredores através de toda a cidade para promover a abundância e diversidade da vida selvagem.
- Fornecer habitats compatíveis com as espécies desejadas, mediante a seleção apropriada de plantas como fontes de alimentação, a disposição das plantas de modo a fornecer abrigo, alimentação e proteção contra os predadores e a manutenção paisagística coordenada com as necessidades da vida selvagem como o acasalamento e a procriação;

O aumento da quantidade e da diversidade da vida selvagem desajustável na cidade não precisa ser caro nem ser empreendido apenas em benefício da vida selvagem. O projeto e uso de uma área para habitat da vida selvagem é compatível com muitas outras funções urbanas, como o controle das enchentes e o tratamento dos esgotos, a modificação climática e o cuidado com a qualidade do ar. É prevenção contra a erosão, o reflorestamento e a recreação. Existe muito mais chance para o desenvolvimento do habitat da vida selvagem nas cidades do que é comumente reconhecido. A maioria dos trabalhos no manejo da vida selvagem "urbana", apesar do pouco que tem sido feito, concentram-se nas áreas em urbanização nos limites da cidade, não nas áreas mais densamente ocupadas onde a maioria das pessoas vivem. Ratos, esquilos, estorninhos, pombos e pardais provavelmente sempre morarão nas cidades, mas uma vida selvagem mais abundante e diversificada, com os benefícios estéticos e educacionais que propicia, pode ser alcançada com boa administração. Não será uma fonte de receita para a maioria das cidades, mas tampouco será uma grande despesa. Para muitos, a observação das atividades dos animais selvagens, como procuram alimento, comem, se acasalam e fazem seus ninhos é uma introdução aos mistérios do mundo natural. Assim sendo, esta porta não deve ficar fechada.

Parte VI

O ECOSISTEMA URBANO

A cidade moderna é uma máquina infernal que consome e desperdiça enormes quantidades de energia e matéria-prima, produz montanhas de lixo, expõe e derrama venenos. Esta máquina evolui constantemente, enquanto um exercício de instituições e incontáveis indivíduos monta e desmonta a máquina, forja ligações e as quebra, resolve problemas individuais e gera uma multiplicação de novos problemas. O ar, o solo, a água e os organismos vivos da cidade absorvem essa atividade cáotica com uma manifestação perturbadora na estrutura, na população e no fluxo dos recursos e energia.

Cada mudança no ecossistema urbano produz dúzias de repercussões, a maioria delas imprevisíveis e incompreendidas. A complexidade do ecossistema urbano desafia a compreensão, mas os perigos da não-compreensão são assustadores. Muitos desses riscos já são evidentes: a concentração de venenos que ameaçam a saúde e a reprodução; o aumento dos riscos e da vulnerabilidade aos seus danos; diminuição dos recursos e aumento dos custos. A crença de que o ambiente natural possui uma capacidade limitada para fornecer recursos e assimilar resíduos é equivocada. A confiança em que a resistência do ambiente natural é limitada para fornecer recursos e que uma mudança radical se manifestará antes de se tornar irreversível não tem fundamento. Imperceptível, mas sempre presente, é o espectro de mudança irreversível que pode, no final, não apenas degradar a qualidade de vida, mas também

ameaçar a sobrevivência humana. O ar, a água e os solos contaminados causam aumento do câncer e das doenças respiratórias, e têm no final efeitos de muito maior alcance. À medida que o ecossistema urbano acumula e mata- lar resíduos tóxicos como metais pesados, pesticidas não-degradáveis e materiais radioativos, os danos neurológicos e as mutações genéticas se tornam mais comuns. Estes não são problemas exclusivamente urbanos, mas são frequentemente mais óbvios na cidade onde a população e os resíduos se concentram.

Os problemas do aumento dos resíduos e da degradação dos recursos estão interligados. Os resíduos são os subprodutos da utilização de recursos. Quanto mais ineficientemente os recursos forem usados, mais resíduos serão gerados. O uso liberal dos recursos implica múltiplos custos sociais: uma quantidade maior de recursos será consumida, a custos mais elevados, e os recursos remanescentes, dilapidados; o aumento de resíduos cobra seu preço à saúde, e sua disposição representa um ônus financeiro. A subestimação da matéria-prima e da energia residual nos produtos desperdiçados exacerbam o grande problema da disposição do lixo.

A forma urbana pode agravar ou aliviar os problemas da energia e do lixo da cidade. Quando a distância entre o trabalho e a moradia é muito grande, os passageiros consomem mais energia e produzem mais lixo. A decisão de uma pessoa de morar nos subúrbios e ir de carro para o trabalho, no centro da cidade, tem impacto desprezível no consumo de recursos e na produção de resíduos. Multiplicamos este único indivíduo por milhões e teremos os problemas de poluição do ar de Nova Iorque e Los Angeles. O projeto de um único parque ou de um jardim particular tem pouco impacto em si mesmo, mas quando uma paisagem que consome muita energia é multiplicada em larga escala o impacto é colossal. À quase universalidade do gramado nos parques e jardins é um ótimo exemplo. O gramado precisa ser corado, irrigado, rastelado e tratado com adubação e pesticidas. Um simples gramado parece insignificante, mas multiplicado por milhares de hectares numa única cidade, os custos se tornam substanciais: desperdício dos suprimentos de energia e água e água poluída.

A percepção de formas naturais isoladas como rios ou árvores de rua, como coisas em si mesmas e não como partes de um processo em andamento ao qual devem sua forma e sua evolução continua, leva a dispendiosas medidas substitutivas para mitigar um risco ou proteger um recurso, em vez de soluções que atinjam o cerne do problema, e frequentemente precipita novos e imprevisíveis problemas. Tais soluções podem diminuir a ocorrência de catástrofes maiores. O efeito cumulativo de muitas mudanças isoladas é muitas vezes mais do que sua soma. À construção de uma única casa nas cabeceras de um rio pouco contribui para as enchentes. À construção de muitas casas contíguas, enchentes cada vez maiores e mais frequentes. A perda das árvores nas ruas e praças tem consequências de longo alcan-

ce, não só sobre o prazer estético, mas também sobre a qualidade do ar, do conforto nos espaços livres, o consumo de energia no interior das casas, a qualidade da água e o valor da propriedade. Custos e benefícios calculados sem uma avaliação do sistema como um todo e dos processos que o impelam subsistiam invariavelmente o valor da natureza na cidade.

Os construtores de cidades dificilmente avaliaram o impacto cumulativo de suas ações desenvolvimentistas. Os projetistas e urbanistas normalmente se preocupam com uma escala, a de um projeto de um único edifício ou do planejamento de serviços na área metropolitana. Arquitetos paisagistas, engenheiros ou arquitetos não têm geralmente noção de como seus projetos irão afetar o ambiente da cidade como um todo ou de como os problemas que estão enfrentando poderiam ser resolvidos com mais eficiência por uma intervenção de outra localidade. Os planejadores trabalham muitas vezes numa única dimensão — transporte, tratamento de esgotos, abastecimento de água e com apenas uma vaga noção de como suas ações se relacionam com outras esteras. Consumo de energia, diminuição de recursos, poluição da água e do ar, enchentes e contaminação do solo, são todos tratados como problemas separados, cada um afeito a um grupo de especialistas e instituições com uma delegação restrita. As tentativas desentrosadas para resolver problemas definidos de forma parcial são um desperdício, em matéria de custos e riscos.

OS CUSTOS DO DESPÉRDIO

O esbanjamento de recursos e a contaminação do ar, da terra, da água e da vida são as duas faces do desperdício urbano. As cidades sofrem cronicamente de escassez de energia e de matéria-prima e lutam incessantemente para se livrarem do seu lixo? A disposição dos resíduos tem sido um problema permanente para as cidades; mas o problema, atualmente, é mais grave do que nunca.

A produção do lixo está diretamente relacionada com o consumo de recursos; edifícios e sistemas de transportes energeticamente ineficientes e habitações improvisadas relacionados com a água levam à contaminação do ambiente e a uma disposição dos resíduos mais cara. Em 1965, o morador nas cidades usava, direta ou indiretamente, cerca de 560 litros de água, 2 kg de alumínio e 10 kg de combustível fóssil por dia. Abel Wolman escreve que

isto é convertido, *grossa modo*, em 455 litros de esgoto (que corresponde a 80% da água consumida), 12 kg de refugos (que inclui recipientes de alimentos e lixo varado) e 40 g de poluentes do ar. Destes, mais da metade cabe a automóveis, ônibus e caminhões.

Baseado nessas necessidades diárias, Wolman esquematizou a entrada de água e de material sólido e a saída de resíduos numa cidade americana hipotética de 1 milhão de habitantes (ver Fig. 12.1). Desse modo, essa cidade hipotética recebe por dia 625 mil toneladas de água (560 milhões de litros), 2 mil toneladas de alimentos e 9 500 toneladas de combustível (carvão, óleo, gás natural e combustível para motores), que são convertidos em 500 mil toneladas de esgotos (120 das quais consistem em sólidos em suspensão), 2 mil toneladas de lixo e 950 t de poluentes atmosféricos (das quais, 150 t consistem em particulados, 150 t de dióxido de enxofre, 100 t de óxidos de nitrogênio, 100 t de hidrocarbonetos e 450 t de monóxido de carbono).³

O lixo é uma manifestação do problema do desperdício. Os americanos geraram 635 kg de lixo por pessoa em 1978; quantidade que vem, de forma lenta mas contínua, aumentando a cada ano.⁴ As cidades americanas despejam um total de cerca de 140 milhões de toneladas de lixo anualmente.⁵ Só a cidade de Nova Iorque produz lixo suficiente para cobrir todos os 340 ha do Central Park, a uma profundidade de 3,5 m.⁶ O simples volume de lixo desafia a capacidade de uma cidade de encontrar espaço e dinheiro necessários para se livrar dele. Enquanto isso, o valor dos recursos potenciais representado pelo lixo é desperdiçado. Papel, latas de alumínio, garrafas de vidro e pneus de borracha poderiam todos ser reciclados.⁷ A indústria de alumínio estima que a reciclagem de latas de alumínio economizaria 97% dos recursos de energia utilizada na transformação do minério em metal.⁸ Resíduos de alumínio com compostos que poderiam ser utilizados como compostos. Em vez disso, agravam o problema da deposição do lixo. O problema não se limita aos aspectos econômicos. O lixo, disposto de forma imprópria, leva à poluição dos lençóis freáticos por produtos químicos tóxicos, aos riscos de inundação das enchidas freáticas por produtos químicos tóxicos, aos riscos de incêndio, à formação de gás metano e à poluição atmosférica. Das 16 mil áreas de deposição de lixo estudadas pela Secretaria de Proteção Ambiental em 1976, apenas 5 800 estavam de acordo com as normas estaduais.⁹

A recuperação ou a deposição dos resíduos perigosos é um dos problemas mais sérios enfrentados pela sociedade hoje. Produtos químicos tóxicos, pesticidas, ácidos, corrosivos, inflamáveis, explosivos e materiais radioativos apresentam graves problemas de despejo. A história de Love Canal da cidade de Niagara Falls, em Nova Iorque, onde casas e uma escola foram construídas num acerto de 6,5 ha, anteriormente usado como área de despejo de

3. *Ibidem*, *ibidem*.
4. U. S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality - The Tenth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1979, p. 256.
5. U. S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality - The Eighth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1977, p. 50.
6. Cidade de Nova Iorque, *From Landfill to Park: An Experiment in Construction Waste Management at the Pennsylvania Avenue Landfill Site*, Nova Iorque, Department of City Planning, 1974, p. 7.
7. U. S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality*, *English Annual Report*, p. 56.
8. *Ibidem*, p. 50.

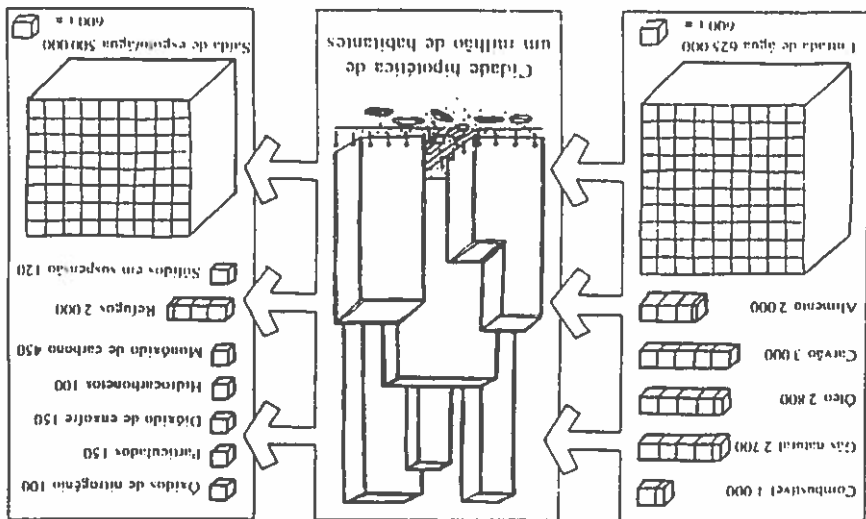


Fig. 12-1. Cada recurso importado para a cidade produz, quando consumido, resíduos na forma de esgoto, lixo ou poluentes atmosféricos.

material químico tóxico, é apenas um exemplo". A tragédia de Love Canal foi construída aos poucos. No final dos anos 50, poucos anos depois que as primeiras casas foram construídas, produtos químicos escoraram para os côrregos, e poças de líquido marrom-escuro apareceram num *playground* local e nos quintais das habitações mais baixas. As crianças que brincavam junto à água sofriam queimaduras. No início dos anos 70, o líquido escuro invadiu os porões das casas, depois de chuvas mais pesadas, correndo os esgotos. Finalmente, no final dos anos 70, tornou-se evidente que os moradores locais estavam sofrendo de um número inusitado de doenças, abortos e defeitos congênitos, e que estes eram piores "nas áreas úmidas", sobre antedecessos crianças nascidas nas "áreas úmidas" entre 1973 e 1978 tinham feitos genéticos. Em 1980, a Secretaria de Proteção Ambiental anunciou os resultados de um estudo preliminar dos moradores de Love Canal: a cada 36 pessoas examinadas onze tinham sofrido alterações cromossômicas. A validação desse estudo e os efeitos reais dos elementos químicos sobre a saúde foram debatidos intensamente em conselhos formados por especialistas convidados por várias secretarias públicas e grupos interessados, mas as moradias foram finalmente evacuadas. Estudos à parte, os fatos permanecem: das de-

9. O relato da tragédia de Love Canal baseia-se em descrições de Samuel S. Epstein, Lester O. Brown e Carl Pope, *Hazardous Waste in America*, Sierra Club Books, 1982, pp. 89-132. Este volume documenta muitos outros casos de contaminação do solo e da água por resíduos perigosos.

zolto últimas gestações registradas em Love Canal, duas resultaram em nascimentos normais, duas em bebês com defeitos congênitos, três em natimortos e quatro em abortos.

A tragédia de Love Canal não terminou com a transferência dessas famílias; a ameaça se estendeu a toda a população de Niagara Falls, cuja água potável corre o risco de contaminação. Outro alicerce sanitário, localizado num solo altamente poroso dentro dos 182 m do maior reservatório de água da cidade, foi usado para o despejo de 67 milhões de galões de resíduos químicos entre 1947 e 1975. Um acréscimo de 21 milhões de galões de resíduos tóxicos foram aterrados num local adjacente ao rio Niagara acima da tomada de uma das estações de tratamento de água da cidade. Os custos de um tratamento inicial adequado dos resíduos agora se tornam insustentáveis frente aos custos da limpeza do solo e da água, a perda dos recursos hídricos e os danos à saúde. Love Canal não é um caso isolado. A Secretaria de Proteção Ambiental identificou 115 lugares "potencialmente" piores que Love Canal, o principal problema ambiental, água, a perda dos recursos hídricos e os danos à saúde. Love Canal não é um caso isolado. A Secretaria de Proteção Ambiental estudou cinquenta depósitos de lixo industrial e concluiu que 43 estavam vazando metais pesados e produtos químicos orgânicos na água do subsolo. A contaminação da água em 26 áreas superava o limite de segurança para a água potável¹¹.

Tampouco o problema é apenas de alicerces e sua subsequente infiltração. Empregados de uma estação de tratamento de esgotos de Louisville, no Kentucky, ficaram doentes depois que 25 mil toneladas de sedimentos de esgoto foram contaminados por resíduos de pesticidas e bombocados para o sistema de esgotos da cidade¹². A cidade fechou a estação de tratamento, e milhões de litros de esgoto *in natura* foram despejados no rio Ohio — que abastece de água muitas cidades rio abaixo — até que a estação foi recoberta. Já que o custo do despejo não é calculado nos custos da manufatura dos produtos e no seu consumo, a deposição de lixo transformou-se num encargo que virtualmente todos evitam. O resultado é o tratamento de esgoto e a deposição de lixo próprios ou insuficientes, e práticas de despejo de lixo industrial sem cuidados, incluindo o crescimento, apesar de desconhecido, número de "descarteadores de lixo noturnos" que despejam os resíduos tóxicos nos esgotos, ruas e terrenos baldios. Resíduos perigosos para as águas subterrâneas ou superficiais, não sendo removidos pelos métodos usuais de tratamento da água. Não apenas eles permanecem nos mananciais de água, mas também combinam com o cloro, que é usado para matar organismos patogênicos na água potável, formando novos compostos cancerígenos. O impacto potencial é colossal. Sessenta por cento de todos os americanos servidos pelo sistema

10. *Idem*, pp. 448-449.
 11. U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality*, Environmental Printing Office, 1978, p. 160.
 12. U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality* — Eighth Annual Report, p. 46.

de abastecimento de água estão bebendo água de fontes que já foram usadas para o esgoto doméstico e para a deposição de lixo industrial¹³.

No passado, os efeitos da contaminação sobre a saúde eram sentidos rapidamente. Epidemias de cólera e de febre amarela geradas pela água varriam as cidades em todo o mundo. De junho a outubro de 1832, uma epidemia de cólera ceifou 3 500 vidas numa cidade com uma população pouco acima de 200 mil habitantes. A cidade inteira foi sensível ao perigo; apenas em agosto, 100 mil pessoas, segundo o relatório, abandonaram o lugar¹⁴. Os altos índices de mortalidade levaram a enormes mudanças nas cidades do século XIX. Foi durante esse período que a vasta infra-estrutura da cidade moderna foi realizada: abastecimento de água pública, sistema de esgotos e estações de tratamento. A apatia atual concernente à poluição ambiental deriva em parte dessa experiência do passado, da crença de que os efeitos sobre a saúde serão rapidamente evidenciados e que o sistema irá responder de forma igualmente rápida ao tratamento.

A má situação das cidades modernas é muito mais séria. Elementos que micos mortais permitem o ar, a água e o solo, mas seus efeitos são graduais e poderão não ser totalmente avaliados durante décadas. A exposição por muitos anos a certos resíduos tóxicos pode desencadear defeitos genéticos, cujo impacto poderá não ser sentido até que os efeitos irreversíveis sobre centenas de milhares de indivíduos se tornem evidentes. Comparado a ele, o espectro de aumento da incidência de câncer por causas ambientais parece brando. Nas cidades do século XIX, as autoridades públicas que não agissem para combater a poluição do ar e da água estavam arriscadas a morrer de uma epidemia. Hoje, o preço da inação recairá não sobre os atuais executivos, mas sobre seus filhos e netos.

CONSEQUÊNCIAS IMPREVISTAS

Muitos dos problemas mais sérios das cidades são as consequências imprevistas de outras atividades aparentemente não-relacionadas com eles. Como já foi observado, as cidades são sistemas intrincados que desafiaram as tentativas de resolver um problema isoladamente. Cada ação numa parte do sistema produz perturbações em muitas outras, as quais, por sua vez, podem iniciar novas mudanças, o que faz com que uma visão fragmentada do sistema seja perigosa e cara. Não considerer as muitas ligações entre o ar, o solo, a água e a vida dificulta as tentativas de controle da poluição. Disciplinas separadas tratam da

13. Wolman, *op. cit.*, p. 182.

14. Nelson M. Blake, *Water for the Cities. A History of the Urban Water Supply Problem in the United States*, Syracuse, N.Y., Syracuse University Press, 1956, p. 132.

poluição do ar, da água e do solo. A "fonte" de uma pessoa é a "fossa" de outra. A literatura sobre poluição do ar é fértil em artigos que defendem o uso do solo ou das árvores como um absorvedor da poluição do ar, sem considerar o que será dos contaminantes depois que não mais estiverem em suspensão no ar. Os poluentes fluem através de todo o sistema, do ar para o solo e a água e os organismos vivos; da água para o solo e os organismos e de volta para o ar. Do solo para os alimentos e a água (ver, por exemplo, Fig. 12.2). Desta forma, a maioria dos principais poluentes — especialmente os metais pesados e os elementos químicos tóxicos — fluem pelo ambiente biótico através dos caminhos do ciclo hidrológico, dos ciclos de nutrientes e dos fluxos de energia. Uma abordagem fragmentária leva a soluções que seriam cósmicas, se não fossem trágicas: as ruas das cidades são drenadas, e as águas são despejadas nos rios; o esgoto é tratado, seus resíduos, concentrados, e o material residual é jogado no oceano ou em aterros pouco controlados. Um trabalho bem-intencionado de prevenção das enchentes pode levar a secas e a poluição da água e, se for combinado com a extração maciça da água do subsolo, do petróleo e do gás, pode contribuir para o afundamento de toda uma região metropolitana. O sistema de drenagem das águas pluviais de uma cidade caracteristicamente varre as águas das chuvas antes que elas possam se infiltrar no solo. A decorrente redução do nível das águas subterrâneas

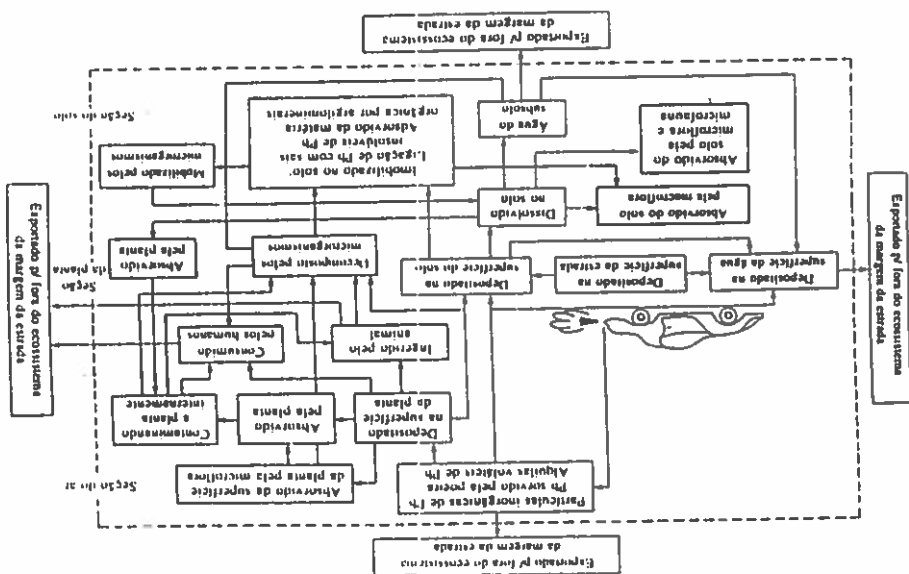


Fig. 12.2. A dissiminação do chumbo do escapamento dos carros através do ar, da água, do solo e dos microrganismos nos ecossistemas das margens das estradas, ao longo dos caminhos do vento, da água e dos ciclos de nutrientes.

produz fluxos menores de água nos cursos d'água entre as chuvas, e, assim, uma maior concentração de poluentes. Quando os sistemas de tratamento de águas e de esgotos de uma cidade são combinados, como em muitas cidades mais antigas, as águas das chuvas freqüentemente sobrepõem a capacidade das estações de tratamento de esgotos, levando ao despejo de esgoto *in natura* nos cursos d'água e lagos. A Cidade do México situa-se num vale cercado de montanhas e capta sua água bombando lençóis de água de poços subterrâneos e, até recentemente, exportando seu esgoto e águas pluviais para fora da bacia hidrográfica. A combinação dessas atividades aparentemente não-relacionadas levou ao rebaixamento de 7,6 m em partes das áreas centrais da Cidade do México.

Algumas das consequências imprevisíveis mais trágicas surgiram quando a tecnologia desenvolvida numa parte do mundo foi transferida para outra, sem uma compreensão adequada do ambiente local. Os exemplos são muitos, mas entre os mais notórios está o fiasco da barragem de Assuã. A barragem de Assuã foi construída no alto Nilo, no Egito, para fornecer energia elétrica e uma reserva-tório de água para o período das secas. O reserva-tório, planejado para atingir sua capacidade total por volta de 1970, em 1980 estava cheio apenas pela metade, pois grande parte da água se evaporou ou se infiltrou no solo arenoso que cerca o reserva-tório¹⁵. A taxa de evaporação é 50% maior que a estimada, devido aos ventos que varrem a superfície do reserva-tório¹⁶. A barragem foi um desastre ecológico e hidrológico. O delta do rio Nilo, privado dos sedimentos agora retidos atrás da barragem, suspendeu sua auto-regeneração e está sendo erodido pelo mar Mediterrâneo, a uma razão de 2 m por ano em algumas áreas¹⁷.

Outro resultado da barragem foi o aumento da esquistossomose, também conhecida como bilharziose, uma doença debilitadora e por vezes fatal. Antigamente, os caramujos que hospedam as larvas da esquistossomose eram carregados pelas águas do rio Nilo; agora, o aumento de canais, com uma limitada circulação de água precipitou a proliferação dos caramujos. Quando as águas se tornam contaminadas com a urina e as fezes dos humanos ou de animais infectados por esquistossomose e abrigam grande quantidade de hospedeiros, a doença se espalha rapidamente, como aconteceu no Egito. A doença é transmitida através do contato com a água. A esquistossomose não se limita ao Egito ou mesmo à África, mas também ocorre na América do Sul e no Caribe, no Oriente Médio e em parte da Ásia. Ela se alastrou dramaticamente por grandes centros e cidades novas onde o mecanismo de sua transmissão foi ignorado ou malcompreendido por seus projetistas e urbanistas, que ou aumentaram indiretamente o habitat dos caramujos ou deixaram de considerar a

- 15 Gary B. Griggs e John A. Gilbert, *Geologic Hazards, Resources, and Environmental Planning*, Belmont, Calif., Wadsworth, 1983, p. 303.
- 16 *Ibidem*, *ibidem*.
- 17 *Ibidem*, *ibidem*.

esquistossomose nas estações de tratamento de águas servidas. Quase todos os lagos feitos pelos homens e os sistemas de irrigação nas cidades africanas levaram a um aumento na propagação da esquistossomose¹⁸. Em alguns casos, a doença se espalhou através de tentativas bem-intencionadas de incorporar um projeto nativo. O plantio de árvores em Teca era feito tradicionalmente em galerias, esgotos a céu aberto ao longo das sarjetas nas ruas. Essas sarjetas e valas sem revestimento são habitats ideais para caramujos hospedeiros da larva da esquistossomose. Nem todos os sistemas de tratamento de águas servidas, incluindo dois tipos muito comuns que foram construídos nas áreas infestadas da África e do Oriente Médio, malam a esquistossomose e seus ovos. Nestes dias de prática internacional de planejamento de cidades e de projetos urbanos, o risco de tais erros é grande. Tecnologias desenvolvidas em um ambiente nem sempre são apropriadas a outro, e nem sempre as tradições nativas do projeto são recomendadas.

Consequências danosas e imprevisíveis não são apenas o resultado da transferência imprópria de tecnologia; elas também podem ser o resultado de atividades mais corretivas. O automóvel particular, por exemplo, produz um enorme e oculto custo para a sociedade. Não apenas o proprietário do carro individual, mas cada membro da sociedade paga um preço em termos de poluição do ar, da água e do solo, com um consequente aumento de doenças respiratórias, câncer e envelhecimento por chumbo entre as crianças, através do custo da construção e manutenção das vias de tráfego, e através da perpetuação de um sistema de assentamento que drena os recursos da nação. A falta de um cálculo do custo total do automóvel contribuiu para a proliferação de um padrão de assentamento disperso dependente do transporte particular, uma forma urbana que requer a queima de mais combustível com a consequente produção de mais resíduos. Esse padrão de assentamento dificulta o serviço de transporte público, perpetuando, dessa forma, os modos de transporte particular. Se os proprietários fossem obrigados a pagar a totalidade dos custos sociais de seus carros, haveria um maior incentivo para a exploração de fontes alternativas de energia ou outros tipos de transporte, os quais por sua vez produziriam padrões de uso do solo diferentes dos que são vistos hoje, talvez um centro urbano vital, mais antigo, circundado por uma conseqüência de centros menores, densamente ocupados, todos conectados por um eficiente sistema de trens ou ônibus.

Comparados com os impactos do automóvel particular, os custos sociais do gramado nas paisagens públicas e privadas parecem insignificantes, mas seus custos para a sociedade na diminuição da energia, no consumo de água e na poluição do ar, da água e do solo são reais. Cortadores de grama motorizados consomem óleo e produzem poluentes atmosféricos. Os populares gramas-

18. M. Richard Nalbandian, "Some Public Health Aspects of Physical Planning for Human Settlements", *numico*, 1982.

Os programas de qualidade ambiental, iniciados durante os anos 70, são hesitantes, minados por interesses públicos e privados que favorecem a busca da riqueza individual em detrimento da manutenção da saúde e da segurança.

Os perigos de persistir numa visão fragmentada da cidade e do seu ambiente são mais evidentes a cada dia: o aumento frequente dos abortos, defeitos congênitos e danos neurológicos causados pela contaminação ambiental; o aumento da mortalidade dos mais idosos, dos doentes e dos muito jovens; danos cerebrais permanentes entre as crianças; uma saúde geral degradada dos habitantes da cidade e de seus trabalhadores; aumento da magnitude dos riscos naturais; aumento das demandas de energia; diminuição dos recursos minerais de primeira qualidade; diminuição dos suprimentos de água; e o uso ineficiente do espaço e dos recursos. O fato de os limites ambientais serem pouco entendidos, de cada ação produzir uma resposta complexa no ambiente, com muitas consequências imprevisíveis, e o fato de os efeitos graves já serem manifestos recomendariam uma preocupação e uma atenção imediatas. Não obstante, continuamos, com negligência e abandono, a desperdiçar quantidades cada vez maiores de energia e a amontoar descui-

das. Os perigos de persistir numa visão fragmentada da cidade e do seu ambiente são mais evidentes a cada dia: o aumento frequente dos abortos, defeitos congênitos e danos neurológicos causados pela contaminação ambiental; o aumento da mortalidade dos mais idosos, dos doentes e dos muito jovens; danos cerebrais permanentes entre as crianças; uma saúde geral degradada dos habitantes da cidade e de seus trabalhadores; aumento da magnitude dos riscos naturais; aumento das demandas de energia; diminuição dos recursos minerais de primeira qualidade; diminuição dos suprimentos de água; e o uso ineficiente do espaço e dos recursos. O fato de os limites ambientais serem pouco entendidos, de cada ação produzir uma resposta complexa no ambiente, com muitas consequências imprevisíveis, e o fato de os efeitos graves já serem manifestos recomendariam uma preocupação e uma atenção imediatas. Não obstante, continuamos, com negligência e abandono, a desperdiçar quantidades cada vez maiores de energia e a amontoar descui-

das. Os perigos de persistir numa visão fragmentada da cidade e do seu ambiente são mais evidentes a cada dia: o aumento frequente dos abortos, defeitos congênitos e danos neurológicos causados pela contaminação ambiental; o aumento da mortalidade dos mais idosos, dos doentes e dos muito jovens; danos cerebrais permanentes entre as crianças; uma saúde geral degradada dos habitantes da cidade e de seus trabalhadores; aumento da magnitude dos riscos naturais; aumento das demandas de energia; diminuição dos recursos minerais de primeira qualidade; diminuição dos suprimentos de água; e o uso ineficiente do espaço e dos recursos. O fato de os limites ambientais serem pouco entendidos, de cada ação produzir uma resposta complexa no ambiente, com muitas consequências imprevisíveis, e o fato de os efeitos graves já serem manifestos recomendariam uma preocupação e uma atenção imediatas. Não obstante, continuamos, com negligência e abandono, a desperdiçar quantidades cada vez maiores de energia e a amontoar descui-

para todos. Poderosos interesses pessoais optem reservas a que a cidade e sua região sejam administradas como um sistema. A indústria se apega à tradição da disposição inadequada e barbaço do lixo. As administrações municipais pressionadas a oferecerem os serviços adequados dentro de seus minguados orçamentos, hesitam em investir em novos e mais eficientes tratamentos de resíduos. Burocratas governamentais defendem seu poder dentro dos órgãos de finalidades únicas. As soluções de finalidade única, defendidas por tais órgãos, são ineficientes e dispendiosas. Elas asseguram que apenas os problemas mais prementes serão atendidos, enquanto problemas menos urgentes mas importantes são ignorados sob pressões organizacionais. Fronteiras profissionais e disciplinares também fragmentam as soluções potenciais de múltiplos propósitos. Os órgãos do governo, as instituições privadas e as corporações são ocupados por especialistas treinados em disciplinas distintas, que raramente se comunicam, se é que o fazem alguma vez — e que enfocam um problema de diferentes pontos de vista: economistas, advogados, especialistas em qualidade do ar e da água, ecologistas, engenheiros civis e planejadores, paisagistas e arquitetos. Mesmo as disciplinas acadêmicas, preocupadas exclusivamente com o ambiente natural, raramente se comunicam: climatologistas e geólogos, hidrologistas e cientistas do solo, botânicos, zoológicos e ecologistas.

A cidade parece uma máquina infernal, construída por decisões simultâneas em muitas escalas: a decisão de construir um único edifício ou de se mudar do centro para o bairro, o plano para uma nova via expressa ou uma nova instalação industrial. Quem está coordenando essa construção? Os profissionais responsáveis por dar forma real à cidade, seus edifícios e espaços — arquitetos paisagistas, arquitetos e engenheiros — raramente trabalham em mais de uma escala. Muito frequentemente, eles mesmos projetam edifícios e parques específicos sem perceber o efeito cumulativo sobre a cidade e a região como um todo, ou, por outro lado, traçam planos para o futuro de bairros e regiões inteiras sem basear esses planos na natureza dos edifícios, parques e ruas específicos que irão, juntos, tanto sustentar quanto minar esses planos. Edifícios e parques são, dessa forma, projetados com pouca atenção à conservação de energia, resultando no consumo cada vez maior de energia e na geração crescente de resíduos. Os parques são projetados de forma a reterem irrigação, drenando os escassos recursos hídricos da cidade. Sentimentais charfezes são instalados em climas áridos e, mesmo fazendo-a reter água, desperdiçam muita água na evaporação. A urbanização na cidade e na periferia cobre depósitos minerais, desperdiçando ainda mais o suprimento de recursos limitados próximos e requerendo o seu transporte de lugares mais distantes. Novos bairros residenciais são construídos longe dos centros comerciais e industriais, com um padrão fundado no uso do transporte particular, uma forma que se mostrará inflexível para as futuras necessidades de um sistema de transporte mais eficiente. O projeto e a tecnologia desenvolvidos para cidades em climas temperados são transportados para cidades com cli-

mas desérticos e tropicais unidos, onde não conseguem atingir seus propósitos, podendo igualmente criar novos problemas.

Uma nova informação que permita projetar e administrar melhor o ecossistema urbano não tem sido gerada tão rapidamente como durante os anos 70. O apoio governamental para tais pesquisas acabou. As barreiras que separaram as disciplinas acadêmicas são mais fortes que suas ligações, fato que constitui um obstáculo à compreensão do ecossistema urbano? Conhecemos muito mais sobre botânica, geologia, sociologia e economia do que sobre as ligações entre elas. As recompensas por se manter dentro de uma disciplina acadêmica e as punições por se trabalhar fora da principal corrente dessa disciplina excedem em muito qualquer vantagem e garantem que qualquer trabalho interdisciplinar será, antes, uma exceção do que a norma por muito tempo ainda.

O abandono das áreas centrais pelos subúrbios distantes e áreas rurais, sem questionar as atitudes que criaram os problemas nas cidades, garante que o refúgio no campo irá prover apenas uma pausa temporária para esses problemas. Se um padrão de assentamento disperso se tornar a norma, mais energia será exigida para sustentá-lo, e, dessa forma, mais resíduos serão produzidos. O isolamento da cidade e a recusa de enfrentar seus problemas ambientais irão apenas acelerar a deterioração do campo. E do interesse comum da cidade e do campo administrar a região como um sistema interdependente e integrado. E do interesse das áreas remotas que as cidades ofereçam um ambiente mais atraente e saudável, do mesmo modo que é do interesse das áreas urbanas que os recursos das áreas mais afastadas sejam explorados criteriosamente.

A saúde e o bem-estar dos moradores da cidade dependem de uma provisão eficiente de energia, água, alimento e outros recursos em quantidade suficiente, e da disposição segura dos resíduos. Até os séculos XVII e XVIII, a maioria das cidades estavam intimamente ligadas ao campo, e a cidade e seu entorno eram, por essa razão, mais fácil e informalmente gerenciados como um sistema. O estercor urbano era levado para as áreas de cultivo vizinhas para adubar as frutas e hortaliças que abasteciam as cidades. Com o crescimento das cidades, a tarefa de administrar a cidade e a região circundante como um sistema tornou-se mais difícil, embora mais imperativa. Os sanitaristas, arquitetos paisagistas e engenheiros do fim do século passado viam a cidade como um sistema unificado, "uma vista unidade integrada na qual o eficiente funcionamento de uma parte dependia do funcionamento eficiente de todas as partes".¹ Uma nova corporação profissional de engenheiros sanitaristas, em resposta aos enormes problemas de saúde pública das grandes cidades, projetou e construiu, cidade após cidade, sistemas de abastecimento de água, tratamento de esgotos e coleta e disposição do lixo. Esses profissionais exigiram novos poderes políticos para que instituições municipais e autoridades exercessem esse poder além das fronteiras da cidade quando necessário. Recomendaram com insistência uma cooperação regional para o fornecimento de água e esgoto e ganharam a aprovação do Estado para a criação de novas ju-

1. Stanley K. Schultz e Clay McShane, "To Engineer the Metropolis: Sewers, Sanitation, and City Planning in Late Nineteenth-Century America", *Journal of American History*, (65): 403, 1978.

residências regionais como a Comissão de Esportes Metropolitanos de Boston, fundada em 1889. George Waring, designado, em 1825, delegado do Departamento de Limpeza de Vias Públicas da cidade de Nova Iorque, defendeu uma nova atitude em relação ao lixo da cidade:

O princípio do "longe dos olhos, longe do coração" é fácil de ser seguido, mas não é econômico, nem decente, nem mesmo seguro. Por outras razões, mais importantes do que o desejo de ganhar dinheiro com nosso lixo, devemos continuar o estudo do tratamento desse lixo e tentar encontrar um método menos incivilizado e inépcio do que o que usamos no momento?

Waring defendia que cada dona de casa separasse o lixo doméstico de tal forma que ele fosse reciclado e disposto mais eficientemente. O arquiteto paisagista Frederick Law Olmsted defendia o uso econômico do espaço livre urbano, não apenas para criar oportunidades de recreação para a crescente população urbana, mas também para preservar os recursos naturais, propiciar o controle das enchentes, proteger os córregos, rios e lagos contra a poluição e proporcionar um espaço agradável para passeio e moradia.

As ambiciosas medidas municipais tomadas no final do século passado e início do século XX trouxeram uma expressiva melhoria na saúde dos moradores das cidades. As taxas de mortalidade urbana diminuíram, mortes por febre tifóide caíram em 65% em muitas cidades importantes. Hoje, as terras mentais à disposição da sociedade são muito mais potentes que aquelas de que dispunham os reformadores urbanos do século XIX, e as possibilidades de mudança são muito maiores. O conhecimento generalizado da natureza urbana permite soluções mais abrangentes. Antigamente, os dados eram coletados e catalogados laboriosamente e atualizados com uma dificuldade hercúlea. Hoje, os satélites coletam informação automaticamente da sua distância post-gão vantajosa na alta atmosfera e a transmitem para computadores na Terra. Esta informação está à disposição de quem quer que a solicite e seja capaz de lê-la. A coleta, assimilação, manipulação e exposição da informação, uma tarefa tão monumental, é agora realizada quase sem nenhum esforço. As técnicas de modelagem de sistemas e os métodos de manuseio de informação contemporâneos facilitam soluções integradas e de múltiplos propósitos. Precisam apenas ser explorados.

Um ecossistema, como dissemos reiteradamente, é maior do que a soma de suas partes. A energia e a matéria ficam em ciclos através do ecossistema urbano, ligando o ar, o solo, a água e os organismos vivos numa vasta rede. A identificação das ligações na rede e sua importância relativa produz novos discernimentos e inspira um emprego mais eficiente de atividades, recursos e espaços. Com tal conhecimento, as cidades podem conservar os recursos e

2. George Waring, "The Disposal of the City's Wastes", *North American Review*, (160), 52, jul. 1895.
3. Schultz e McShane, *op. cit.*, p. 395.

minimizar os resíduos; podem dispor e recuperar o lixo de modo econômico, seguro e estético; podem projetar partes individuais do sistema para servir a mais de um propósito e avaliar os custos realisticamente. Poucas cidades aplicaram esse conhecimento. Algumas, como Filadélfia, utilizaram o esgoto para recuperar áreas degradadas. Outras, como Woodlands, no Texas, demonstraram como os espaços livres de uma cidade podem preencher muitas funções simultaneamente. Toronto e Dallas reuniram e interpretaram a informação necessária para começar a tomar decisões fundamentadas a respeito do ecossistema urbano, conhecimento tão valioso para o projeto de um único parque ou via expressa como para o planejamento da cidade como um todo.

CAMINHOS DA ENERGIA E DA POLUIÇÃO

O conceito de ecossistema é uma ferramenta poderosa na compreensão do ambiente urbano: ele oferece uma estrutura para a percepção dos efeitos das atividades humanas e de suas inter-relações, facilita a avaliação dos custos e benefícios de ações alternativas; abarca todos os organismos urbanos, a estrutura física da cidade e os processos que fluem por ela; e é apropriado ao exame de todos os níveis da vida, de uma lagoa na cidade à megacidade. Ver a cidade como um ecossistema permite a cada indivíduo perceber seu impacto cumulativo sobre a cidade, e ao arquiteto de cada edifício ou parque perceber seu lugar no todo. Permite ainda ao planejador de uma rede de transporte ou de um sistema regional de parques acompanhar os efeitos das mudanças abrangentes sobre setores menores do sistema. Um conhecimento da dinâmica do sistema produz uma apreciação diferente para os limites no espaço e no tempo do que a normalmente permitida nos objetivos do dia-a-dia, e esclarece os objetivos imediatos de projetar apenas dentro de limites políticos e períodos de tempo menores que algumas gerações humanas.

O fluxo e a transformação da energia e da matéria-prima formam as ligações entre o ar, o solo e a água do ecossistema urbano e os organismos que nele vivem. Estabelecendo os caminhos ao longo dos quais a energia e a matéria fluem através do ecossistema urbano, podem-se também traçar as rotas ao longo das quais os poluentes se dissimulam e determinar onde a energia é armazenada. A maior parte dos processos que governam o movimento da energia e da matéria através do ecossistema urbano já foram observados: processos de ganho e perda de calor, erosão, ciclo hidrológico, fotossíntese, respiração e cadeia alimentar. Como o ciclo hidrológico, os ciclos de nutrientes do carbono, do nitrogênio e do fósforo também ligam os organismos vivos ao ar, à terra e à água.

A estrutura física do sistema urbano compreende a terra, a água, as plantas, bem como os artefatos humanos constituídos dentro dela e sua confi-

guração, densidade, diferenciação e conectividade. O ecossistema urbano é dependente da importação de energia e matéria-prima que são transformadas em produtos e consumidas, e dos subprodutos – resíduos tóxicos, materiais e químicos – liberados. Comparado com os ecossistemas menos alterados e mais “fechados”, é um sistema “aberto”, cuja sobrevivência depende da contínua importação de energia e matéria. O ecossistema urbano contém muitos sistemas menores: parques, lagos, bosques; alguns podem ser administrados como sistemas mais “fechados”, reguendo poucas entradas de energia e produzindo menos resíduos. A substituição de um ecossistema administrado de floresta urbana por gramados cultivados é um bom exemplo. Quando estes indivíduos do ecossistema urbano são projetadas para atenderem mais de uma função, a energia pode ser conservada. Projetar um parque para canalizar ar fresco para a cidade, reter as águas das chuvas das ruas vizinhas e proteger um bairro residencial contra o barulho e a poluição das vias expressas separadas para cada problema. †

Os ecossistemas diferem em sua capacidade de suportar alterações e assimilar resíduos. A flexibilidade é uma medida da capacidade de um sistema de absorver mudanças, e alguns ecossistemas são mais flexíveis que outros. Cada ecossistema tem um domínio de estabilidade característico, no qual o fluxo de energia e matéria flui e reflui, e os organismos crescem, reproduzem-se e se adaptam às mudanças. Uma comunidade ecológica pode suportar perturbações consideráveis, enquanto elas não excederem a capacidade de reposição do sistema. O conhecimento dos limites dentro dos quais um dado sistema pode reagir permitiu seu uso para o processamento de resíduos humanos, protegendo ao mesmo tempo sua integridade. As condições-limite da maioria dos ecossistemas não são bem compreendidas, mas representam uma das maiores contribuições potenciais dadas pelos ecologistas ao projeto e planejameto da cidade. Ambientes quentes e úmidos podem assimilar uma maior quantidade de resíduos orgânicos que os ambientes secos e frios. Ecossistemas de correntezas, mangues e solos são bem equipados para processar matéria orgânica particulada, como pedaços de plantas mortas e os nutrientes nos esgotos, mas têm pouca capacidade de assimilar material inorgânico. Bóteiros e solos podem, assim, ser utilizados para o tratamento de esgotos, enquanto suas capacidades de processamento não forem excedidas. Diversas cidades estão agora manejando bóteiros naturais ou artificialmente criados como parte do sistema de tratamento de esgotos, bem como para habitat da vida selvagem e para recreação.

4. C. S. Holling e Gordon Orman, "Towards an Urban Ecology", *Ecological Society of America Bulletin*, (52): 6, 1971.
5. William E. Cooper e Raymond D. Viscusi, "Ecological Concepts and Applications to Planning", em Donald M. McMillan (ed.), *Environment: A New Focus for Land Use Planning*, Washington, D.C., National Science Foundation, 1973, p. 199.

As dinâmicas do sistema urbano não são bem compreendidas, mas mesmo um conhecimento superficial facilita a identificação das ligações reais e potenciais entre todas as partes do sistema, e um manejo mais eficiente dos recursos urbanos e de seus resíduos. Desde que os conceitos de ecossistema podem ser aplicados a sistemas tão pequenos quanto uma lagoa ou tão grandes quanto uma região urbana, mesmo o projeto de um único parque deve ser abordado com uma avaliação não só do sistema menor como do sistema maior do qual faz parte e das quantidades necessárias de energia, água e matéria-prima e da geração de resíduos prevista por projetos alternativos. Os planos de administração do ecossistema urbano como um todo devem ser feitos com cautela. É importante lembrar que os efeitos das ações realizadas dentro do complexo ecossistema urbano são muitas vezes contrários à intenção. Não apenas muitas consequências são imprevistas, mas as ações podem por vezes produzir o oposto do efeito desejado. Quando as partes componentes e as ligações entre elas se tornarem mais conhecidas, os modelos para o ecossistema urbano se tornarão mais sofisticados, e as consequências das ações, mais previsíveis.

O USO MAIS EFICIENTE DA ENERGIA

Cada edifício e grupo de edifícios, com suas áreas verdes e praças circundantes, cada parque, e cada rua e estrada deve ser projetado não só como um sistema em si mesmo, mas como parte de um bairro maior, que é um subsistema da cidade, e como uma pequena peça do ecossistema metropolitano global. Cada parque deve ser projetado para preencher não apenas uma, mas muitas funções. A forma individual dos edifícios, praças, parques, ruas e vias expressas e os sistemas residenciais e comerciais, de área livre, e de transporte aos quais pertencem podem ser manipulados para melhorar a qualidade do ar e da água, prevenir ou mitigar os riscos naturais, recuperar as áreas degradadas, conservar a energia e os recursos e aumentar a beleza da cidade. Os edifícios são minissistemas. Tipulações e flagões ligam cada edifício ao sistema de abastecimento de água, obras de infra-estrutura e rede de esgotos da cidade. A água e a energia entram, os esgotos saem, e o calor dos resíduos é irradiado para o meio ambiente. O edifício interage não apenas com a infra-estrutura urbana, mas também com o ar, a terra e a água circundantes. O edifício absorve calor e luz do sol e a reemite e reflete; intercepta as águas das chuvas e as concentra no sistema de drenagem. O edifício importa e queima combustíveis e emite gases e partículas; define os ventos, tanto reduzindo como aumentando sua velocidade. O tamanho, a forma e a orientação do edifício influenciam não só a quantidade de energia requerida para aquecer e resfriar seu interior, mas também o conforto e a qualidade do ar dos espaços à sua volta. A flexibilidade do seu projeto determina a quantidade de energia requerida no futuro para adaptá-lo a novos usos.

Cada edifício contribui para o caráter de um sistema local e por sua vez influenciado por este sistema. A densidade das edificações em relação ao espaço circundante determina a magnitude do efeito de ilha de calor; quanto mais densos os edifícios, mais elevada é a temperatura e maior a necessidade do ar-condicionado no verão. Mas a característica dos espaços circundantes pode também aumentar ou diminuir a carga térmica do edifício. A pavimentação absorve calor, irradiando-o novamente para o edifício; as árvores e trepadeiras dão sombra ao edifício e as superfícies à sua volta. A forma urbana densamente constituída gera mais resíduos e maior escoamento das águas superficiais do que um padrão de assentamento menos denso, mas pode também ser mais eficientemente abastecida de energia, água e outros recursos e suprimentos de coleta e tratamento do lixo. Quando o fluxo é interrompido, seus recursos podem ser recuperados com mais economia. A configuração dos edifícios e os espaços entre eles determinam como o ar se move através da cidade e se esta é bem ventilada. Um agrupamento de torres circundado por espaços livres ou água produz um padrão de ventos diferente do de uma cidade composta de muitos edifícios menores do mesmo tamanho. Os ventos se aceleram sobre superfícies de água ou sobre extensas áreas pavimentadas e bloqueadas por torres, criam graves problemas de ventos no nível da rua. O exemplo de Dayton é típico. Os problemas de ventos nas ruas centrais não são uma função apenas dos altos edifícios ou dos amplos espaços livres — estacionamentos, vias expressas e rio — no perímetro da cidade, mas do efeito combinado de ambos. No caso de Dayton, os problemas de ventos numa esquina específica são resolvidos com mais eficiência, não no ponto onde o problema é sentido, mas pelo aumento do efeito da superfície sobre a qual o vento se move nos limites da cidade.

A localização dos lugares onde as pessoas vivem e trabalham influencia o quanto elas têm de se locomover para trabalhar, fazer compras e diversificar-se. Nos antigos centros urbanos, a moradia, a indústria e o comércio eram misturados; a tendência moderna é de criação de grandes bairros com um único uso predominante, seja residencial, comercial ou industrial. O resultante aumento das distâncias entre a casa e o trabalho, as compras e a recreação implica um consumo maior de energia, além de uma geração maior de resíduos. Ruas e vias expressas, junto com outras rotas de transporte como vias de serviço de ferrovias e canais, compreendem os corredores ao longo dos quais as pessoas se movem de um lugar para outro dentro da cidade. A forma dessa rede de transporte e a distribuição das artérias e ruas menores determinam quão eficientemente as pessoas, mercadorias e matérias fluem através da cidade e como os resíduos são dispersados ou concentrados. O movimento requer energia, e cada modo de transporte tem requisitos próprios de consumo de energia e de padrões de resíduos. As ruas do século XIX eram cobertas por excrementos de cavalos, e as ruas do século XX são contaminadas por metais pesados e gases venenosos produzidos pelo automóvel. O volume de tráfego

de uma rua e sua velocidade determinam a quantidade de veneno produzida; o tamanho, o grau de fechamento, a orientação de uma rua em relação à direção do vento influenciam a localização, a forma e a extensão da área poluída à sua volta. As ruas e vias expressas devem ser situadas e projetadas para protegerem as casas e locais de trabalho vizinhos contra o ruído e a poluição do ar que geram. Como o sistema de circulação de uma cidade, a rede de transporte tem poderosa influência no crescimento e no destino das cidades e das muitas partes que a constituem. Os impactos gerados pela construção de uma única via expressa exercem-se por muitos séculos. Novas rotas de transporte devem ser projetadas com cuidado.

Mais do que qualquer outro componente do ecossistema urbano, um parque adapta-se bem à administração como um "sistema fechado", pois requer um consumo mínimo de energia e exporta poucos resíduos (ver Figs. 13.1 e 13.2). No sentido mais amplo, os parques vão das praças e áreas de recreação mais intensamente usadas às grandes extensões de áreas "selvagens" que recebem pouco uso. Em geral, quanto mais intensamente um parque é usado, mais energia é necessária para mantê-lo. Praças, áreas de recreação e parques centrais dão prazer a muitas pessoas e merecem o alto investimento que requerem. Todavia, podem servir a outros propósitos além da recreação. As árvores e outras plantas podem absorver a poluição do ar, reduzir o calor dos prédios adjacentes e até, quando abundantes, reduzir o efeito da ilha de calor de toda uma área central. Os parques e as praças no centro da cidade devem também ser projetados para reduzir as enchentes mediante a retenção temporária das águas das chuvas.

Quanto mais um parque se assemelha a um ecossistema natural, mais facilmente pode ser administrado como um sistema relativamente fechado;

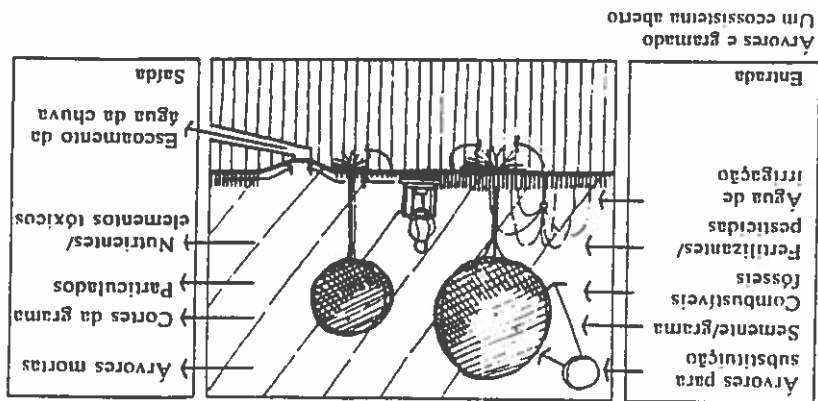


Fig. 13.1. O problema: parques que requerem grandes quantidades de energia e produzem resíduos poluentes.

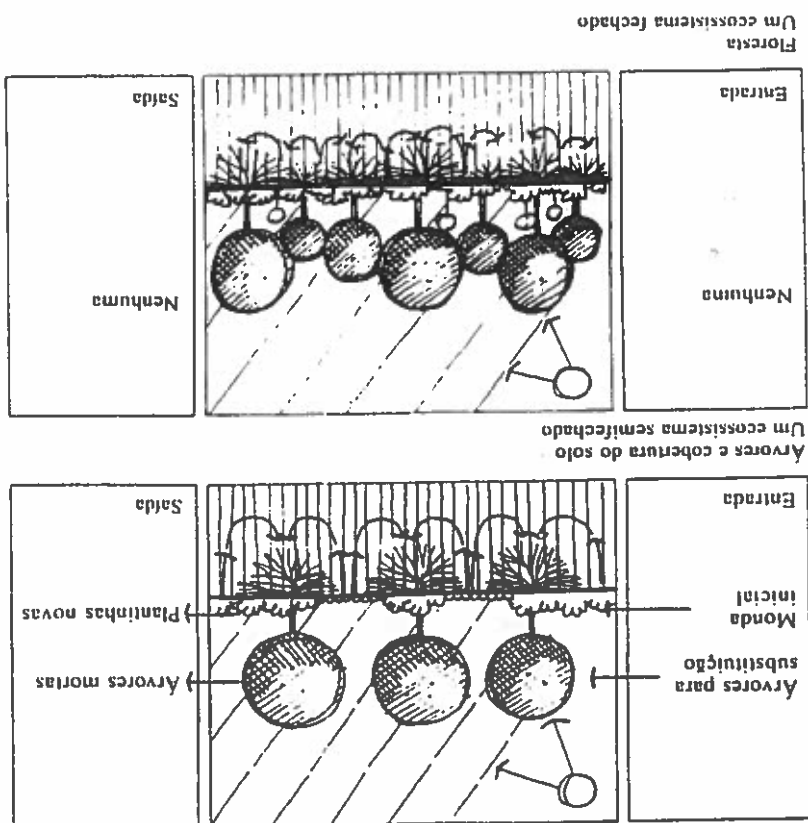


Fig. 13.2. A solução: parques projetados e administrados como sistemas "fechados", consumindo menos recursos e produzindo menos resíduos.

Partes de grandes parques, terra inprovetada em encostas íngremes ou ao longo de várzas, e mesmo terrenos baldios cobertos de mato podem ser projetados como sistemas auto-regeneradores e auto-sustentáveis, que não apenas absorvem as águas das cheias, mas também firmam um solo instável, conservam recursos minerais para futuras explorações e até assimilam resíduos im- portados. Um ecossistema auto-sustentável desse tipo pode ser criado mesmo num pequeno lote desocupado e ser empregado na recuperação de terras degradadas com um mínimo de gastos. Os parques e as áreas selvagens urbanas devem tomar sua configuração tanto do padrão da topografia e geologia de uma cidade, corpos d'água, remanescentes da vegetação nativa e movimento do ar como da estrutura urbana construída. O tamanho e a forma de uma comunidade vegetal não-cultivada terão influência na diversidade das espécies animais e vegetais que a compõem. Se conectado por corredores de tamanho

e cobertura vegetal suficientes, o sistema de espaço livre da cidade sustentará uma diversidade de vida maior, com uma proporção de espécies de vida selvagem "dessejáveis" mais elevada.

O sistema de espaço aberto de Woodlands, no Texas, serve a muitos propósitos. Sua estrutura é estabelecida pelo sistema hidroológico — uma rede de baixos de cursos d'água e riachos, naturais e construídos, e solos com boa drenagem capazes de absorver as águas das chuvas (ver Fig. 7.11). Ele beneficia não apenas a cidade nova, mas também toda a região, prevenindo as enchentes a jusante do rio Houston e recarregando o aquífero abaixo (ver Fig. 7.10). A maior parte desse sistema hidroológico é arborizada, servindo não apenas para absorver e escoar as águas das chuvas, mas também para assimilar os resíduos no escoamento urbano e oferecer uma vasta reserva de vida selvagem. Nos locais onde o sobosque é deixado intocado, a mata é auto-regenerativa, não requerendo, portanto, adubação, replantio, poda nem limpeza.

A EXPLORAÇÃO DO LIXO URBANO

A verdadeira natureza da cidade é importar recursos e consumir energia e matéria em quantidades maciças. Não importa o quanto a cidade reduza seu consumo, não importa quão eficientes sejam seus edifícios e sistema de transportes ou quantos parques sejam planejados como sistemas fechados, a disposição segura do lixo sempre será uma questão importante. Planos abrangentes para o manejo do lixo urbano devem incluir precauções para a recuperação e reciclagem dos recursos em resíduos, a assimilação de resíduos não-tóxicos e para encontrar espaços seguros para o depósito do lixo tóxico até que surja uma tecnologia capaz de recuperar os recursos que eles contêm ou de torná-los inofensivos. A recuperação dos recursos do lixo é uma ideia antiga. Em 1870, Frederick Law Olmsted recomendou às cidades que explorassem as oportunidades inerentes ao seu denso padrão de assentamento:

Experiências indicam que é viável enviar ar aquecido através de uma cidade em cancanamentos, como a água, e que este pode ser puxado para cima. [...] Desta forma pode-se alcançar uma grande economia de combustível e de ocupação numa área muito difícil de engerbar mística. Ninguém pensará em ampliar tal sistema nas áreas rurais⁶.

Mais de um século depois, tal possibilidade é ainda promissora.

A comunidade de Tapiola, na Finlândia, começou a utilizar o calor produzido pelos dejetos desde 1953⁷. Significa desenvolver um sistema de aque-

6. Frederick Law Olmsted, *Public Parks and the Enlargement of Towns*, Cambridge, Mass., Riverside Press, 1870, p. 8.
7. Granville H. Sewell, *Environmental Quality Management*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1975, p. 152.

cimento regional como parte de seu programa geral de conservação de energia e redução da poluição atmosférica, usando o calor gerado pela produção de energia elétrica e pelos incineradores municipais no aquecimento da água, que é então canalizada através de toda a cidade para aquecer residências e lojas. Um incinerador municipal em Chicago capta 70% do calor recuperável e o converte em vapor. Aproximadamente a metade do vapor produzido é usada para mover o equipamento instalado, e a metade restante é vendida para as indústrias vizinhas". Até o momento, contudo, as cidades europeias vêm lidando na utilização do calor gerado por dejetos.

Pressionadas pelos padrões de qualidade de água mais rigorosos, reduzidos pelo Decreto da Água Limpa de 1977, e por incentivos financeiros para a aplicação de tecnologia inovadora ou alternativa no tratamento de águas servidas, muitas cidades americanas desenvolveram e implementaram métodos não-tradicionais de deposição dos dejetos: aplicando efluentes às várzeas construídas e manejadas; usando os sedimentos dos esgotos para recuperar áreas miniradas e outras terras degradadas; e reciclando os sedimentos dos esgotos para compostos. A reutilização de material residual diminuiu o custo da água de melhor qualidade e até resultou na conquista de novas áreas verdes. Alguns planos de tratamento de resíduos são mais apropriados a cidades pequenas, com poucos resíduos tóxicos e com áreas livres próximas disponíveis; outras estratégias são mais interessantes financeiramente em grandes cidades com grandes quantidades de resíduos concentrados.

A cidade de Arcata, na Califórnia, explora as propriedades das plantas e do solo de assimilar resíduos, incorporando uma várzea como parte de seu processo de tratamento de esgotos.⁸ Arcata renovou uma área pantanosa degradada e a área de um antigo aterro sanitário adjacente a uma estação de tratamento de esgotos. O sistema de várzeas foi construído pela dragagem e terraplenagem para criar diferentes níveis de água e melhorar sua circulação. Um efluente secundário proveniente da estação de tratamento é despejado na várzea para novo tratamento.⁹ A várzea reconstruída foi também projetada para funcionar como habitat da vida selvagem e área de lazer; ilhas no centro do brejo oferecem áreas protegidas para a alimentação e nidificação de pássaros procriadores. A vegetação plantada no brejo e à sua volta foi selecionada por seu valor como fonte de alimentação e abrigo. Falcões-peregrinos são visitantes regulares do santuário, e patos, gaviotas, andorinhas e falanpos migram por sua vez. Os pássaros também se beneficiam da vegetação e do brejo. Os observadores de pássaros acompanham livremente a vida selvagem por trás de postos de observação camuflados. A cidade está também experimentando um projeto de piscicultura semelhante. Salmões são criados em água fertilizada

8. Milton F. Pikusky, "Chicago's Northwest Incinerator", *Civil Engineering*, set. 1971, p. 55.
9. A descrição da experiência de Arcata baseia-se em Robert Weisler, "Waste Not Wastewater: West: The Arcata Experiment", *American Forest*, (88), 1982.

da por efluentes tratados da estação de tratamento de esgotos. Arcata preten-
de estabelecer o ciclo completo do salmão – criando os peixes, permitindo
sua migração para o oceano e seu retorno, dois anos depois, para a desova.
Membros da Universidade Estadual de Humboldt, que estão dirigindo o esu-
do piloto e cooperando com a cidade no projeto de piscicultura, esperam de-
monstrar que o uso de uma variedade artificial é uma alternativa econômica e
efetiva aos métodos convencionais de tratamento terciário de esgotos. Ele não
deve ser tentado, todavia, onde o efluente for contaminado por metais pesa-
dos e outros resíduos tóxicos.

A cidade de Filadélfia gerou 190 t de sedimentos de esgotos por dia
em 1971, tendo projetado aumentar esta quantidade para 305 t diárias em
1985¹⁰. O sedimento do esgoto, subproduto do tratamento do esgoto, contém
os sólidos filtrados das águas servidas. O resíduo do esgoto é rico em nutri-
entes orgânicos como fósforo e nitrogênio e, algumas vezes, é contaminado
com metais pesados e elementos químicos tóxicos; isto apresenta, portanto,
um importante problema de deposição dos resíduos sólidos em todas as
grandes cidades. Antes de legislações como a do Decreto de Proteção Mari-
nha, Pesquisa e Sanitário de 1971, muitas cidades costeiras despejavam os
resíduos dos esgotos nos oceanos e lagos. Quando a Secretaria de Proteção
Ambiental exigiu que Filadélfia parasse de despejar resíduos no oceano, a
cidade foi forçada a examinar alternativas para a disposição dos resíduos dos
esgotos. Disputada inicialmente numa série de ações judiciais, a proibição
do despejo no oceano criou um programa multissetorial para converter os re-
síduos dos esgotos em recursos comercializáveis. O Philorganic, o Minemix,
o Garden Lite e o Ecorock são todos produtos derivados de resíduos de es-
gotos desde 1980 – vendidos ou dados e usados pela cidade de Filadélfia
em parques municipais e projetos privados. O líquido Philorganic é sedimen-
to que contém até 50% de matéria orgânica com 3 a 4% de nitrogênio¹¹. Ele
é espalhado em plantações de cereais ou em gramados como adubo, mas não
é recomendado para uso em hortas. A cidade também aplicou Philorganic
como adubo em parques municipais, campos de beisebol e de golfe e usou-o
na recuperação de terrenos degradados e antigos aterros. O uso do sedimento
de esgoto como composto requereria um produto livre de contaminantes tóxi-
cos. Filadélfia agora exige que as indústrias que contribuam mínimos para os
resíduos tóxicos. Resultado: os resíduos de esgoto de Filadélfia contém ago-
ra apenas pequenas quantidades de metais pesados e tóxicos inorgânicos.
Ficou demonstrado que o uso de resíduos de esgoto na recuperação de
áreas minerais era o método mais econômico para a disposição do resíduo

10. William J. Marazzo, "The Selling of Waste", *EPA Journal*, (7) 26 ago. 1981.

11. *Ibidem*, p. 27.

de esgoto. Começando com um projeto piloto em 1977, no ano de 1981 a cidade estava usando 60 a 70% do seu esgoto para produzir Minemix na recuperação de áreas minerais. Por enquanto, o custo da colocação foi de aproximadamente 200 dólares por tonelada¹². O custo do transporte é mínimo, pois os mesmos caminhões que entregam carvão em Filadélfia transportam de volta os resíduos de esgotos para as áreas de mineração a sudoeste da Pensilvânia. As áreas de mineração abandonadas são reutilizadas, cal e esgoto residual são misturados ao solo, e a terra é semeada com uma mistura de gramíneas e leguminosas. Finalmente, a área recuperada pode ser usada como pasto, após ter sido monitorada para verificar se não houve qualquer efeito ambiental adverso. Em 1981, a cidade planejou recuperar aproximadamente 445 ha com aproximadamente 140 mil toneladas de resíduos de esgotos. A recuperação de áreas minerais oferecerá uma oportunidade para a disposição de resíduos de esgotos ainda por muitos anos. Apenas na Pensilvânia, existem mais de 100 mil hectares de áreas minerais abandonadas¹³. Chicago usou resíduos de esgotos num plano de recuperação semelhante, e Baltimore também planeja implementar um programa desse tipo¹⁴.

Filadélfia também combina os resíduos de esgoto com serragem para criar um condicionador de solo vendido sob o nome de Garden Life, um produto embalado em sacos de 18 kg ou vendido por atacado. A mistura é semelhante àquela que o Serviço Nacional de Parques usou para recuperar solos compactados nos parques em Washington, D.C. (ver Cap. 9).

O custo da pedra britada aumenta à medida que as cidades aumentam, e as operações de pedreiras são levadas cada vez mais longe dos centros urbanos. O Escorocok de Filadélfia está sendo desenvolvido como um substituto da pedra britada. É produzido através da combinação de resíduos de esgotos com resíduos dos incineradores de lixo municipais e o aquecimento dos dois materiais até que derreiam. Uma vez resfriados, formam um material duro como pedra.

Diversas cidades em Ohio agora fornecem resíduos de esgotos para as fazendas, num programa sob a direção da Secretaria de Agricultura do Estado. O programa foi limitado, enquanto os estudos monitoram tanto a eficiência do resíduo de esgoto como adubo orgânico como seus efeitos potenciais sobre a saúde. Atualmente, Washington, Chicago, Denver, San Diego e Seattle estão utilizando todo o resíduo de esgoto ou parte dele em projetos de recuperação ou reciclagem de áreas degradadas¹⁵.

12. *Idem, ibidem*.
13. Robert K. Bastian, "Natural Treatment Systems in Wastewater Treatment and Sludge Management", *Critical Engineering*, maio 1982, p. 65.
14. *Idem, ibidem*.
15. *Idem*, p. 63.

A PERCEPÇÃO DA TOTALIDADE

A informação correta, atualizada e suficientemente detalhada é essencial para a percepção da cidade como um todo. A geração, coleta, interpretação e divulgação da informação sobre o ambiente natural de uma cidade específica, pesquisa sobre o ambiente natural urbano e a investigação das aplicações potenciais dessa pesquisa, e relatórios dos estudos de casos bem-sucedidos — são tarefas que exigem muito esforço, mas são essenciais. Sem essa informação, qualquer plano para projetar a cidade que tenha em mente a natureza está prejudicado; com essa informação, novos enfoques e novas soluções são possíveis. Saber qual informação recolher e como a coletar e armazenar e decidir quem será responsável por sua administração são cruciais para o sucesso. Se for recolhida a informação errada, ela poderá ser inútil; recolher a informação correta, mas não fornecer acesso fácil a ela é igualmente inútil. Muitas informações valiosas já existem em trabalhos isolados nos arquivos de secretarias do governo, em relatórios de pesquisas universitárias, em documentos de empreendedores particulares, em publicações governamentais e na experiência de organizações de interesse local. Cada peça de informação isolada não tem maior importância em si mesma, mas reunidas, integradas e interpretadas, essas peças compõem um recurso inestimável.

É recomendável que cada cidade estabeleça um banco de dados para coordenar a informação coletada pelos órgãos locais, estaduais e federais, pelas secretarias municipais e instituições privadas. Os governos municipais, as organizações locais e as universidades devem cooperar na coleta e interpretação de dados sobre o ambiente natural da cidade. Os problemas locais mais prementes devem ser identificados e reunidos os dados necessários para o tratamento desses problemas. Tomada como um todo, essa informação fornecerá uma estrutura dentro da qual as consequências dos principais esforços metro-poltanos, bem como os efeitos cumulativos das ações individuais podem ser apreciados. Só então, haverá condições para explorar as oportunidades em sua totalidade, avaliar realisticamente os custos de ações alternativas, prever suas consequências desastrosas na saúde e na segurança e realizar integralmente potenciais soluções de múltiplas utilizações.

Em 1975, a cidade de Toronto lançou um inventário integral do ambiente natural de sua área portuária — um porto movimentado, um centro comercial e industrial, com um pequeno aeroporto e um grande parque em ilhas-porto. O objetivo do projeto era reunir o conhecimento da natureza urbana e as oportunidades e restrições que ele colocava às preocupações sociais, políticas e econômicas que tinham tradicionalmente guiado a ocupação da área costeira. A equipe do Departamento de Planejamento de Toronto coletou dados de órgãos federais, estaduais e municipais, de universidades e institutos de pesquisas particulares e de grupos de interesses locais. A informação cole-

tada era publicada em relatórios separados sobre clima, qualidade do ar, ruídos, geografia física, água, vegetação e vida selvagem — relatórios programados para acompanhar publicações semelhantes sobre habitação, indústria, recreação e transporte na área portuária. Com a ajuda de consultores, a equipe de planejamento assumiu essa informação e interpretou suas implicações para uma política e planos para a faixa costeira. O pioneiro Projeto a Zona Portuária de Toronto demonstrou a surpreendente riqueza das informações existentes sobre o ambiente natural da cidade e sobre a relação da natureza urbana com a saúde, a segurança e o bem-estar dos habitantes.¹⁶

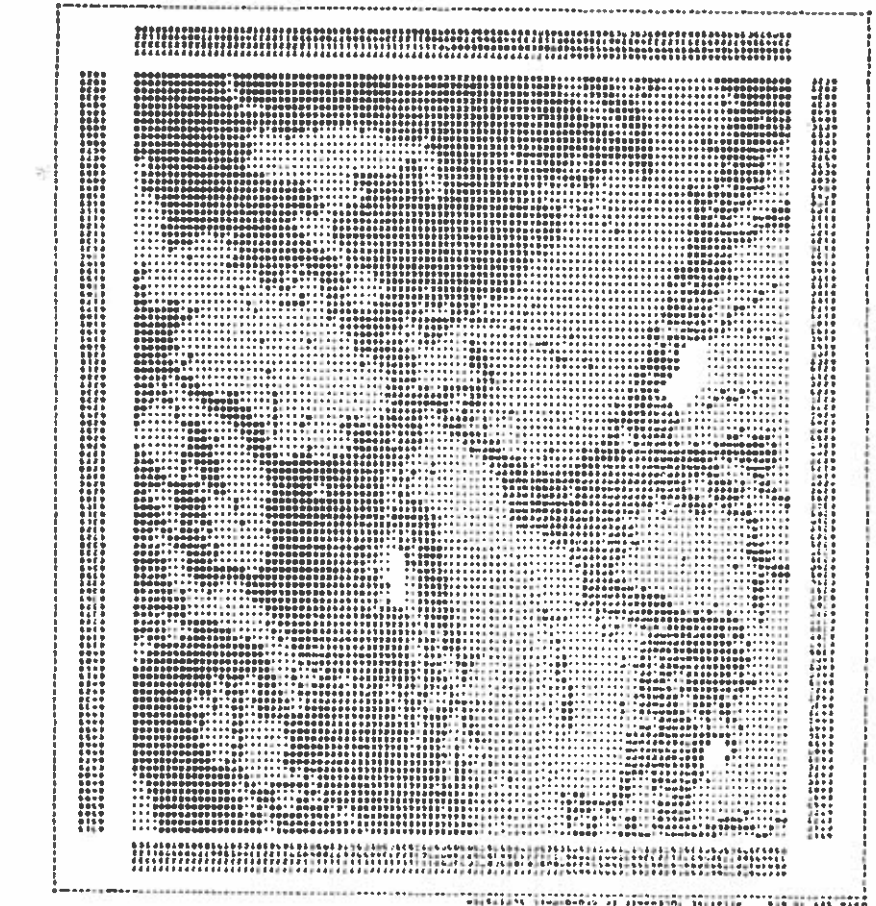
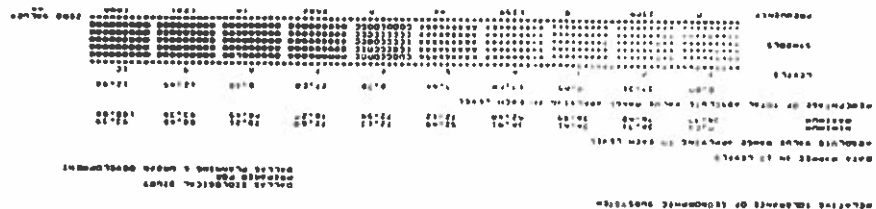
Ao contrário do estudo de Toronto, que abarcou apenas uma pequena porção de sua área central, a cidade de Dallas realizou um estudo ecológico de toda a região metropolitana. Em 1973, enfrentando o rápido crescimento populacional, Dallas decidiu determinar a relativa importância do seu ambiente natural e sua tolerância à urbanização. A cidade, com o auxílio de consultores e especialistas locais nos órgãos governamentais e instituições públicas, reuniu informações sobre o solo, a água e os sistemas vivos da região metropolitana, mapeou os aspectos importantes desses sistemas e armazenou essas informações num banco de dados computadorizado. Modelos computadorizados foram criados para medir a relativa tolerância desses sistemas à urbanização. O maior benefício desse estudo foi a identificação dos recursos e riscos mais significativos da região: nascentes e áreas de recarga aquíferas sensíveis à poluição, várzeas e a escarpa de White Rock — uma área de encostas instáveis e de solos expansíveis, habitats de vida selvagem diversificada e de grande beleza cênica (ver Fig. 13.3).¹⁷

Desde esse estudo original a cidade adotou um plano de espaço livre natural para toda a região, bem como normas reguladoras da ocupação da escarpa. O plano de espaço livre natural identifica as áreas que devem ser adquiridas pela cidade e recomenda normas para sua administração. As normas que regulamentam o desenvolvimento da escarpa baseiam-se numa compreensão do solo, da água e dos sistemas vivos e das inter-relações entre eles, assim como dos efeitos trazidos pela urbanização. O estudo ecológico original apontou apenas a localização das áreas que requeriam atenção especial. Esses regulamentos subsequentes trataram cada um desses aspectos mais detalhadamente, sublinhando como os problemas poderiam ser evitados. Eles são um modelo de normas consistentes, derivadas da compreensão dos processos do ecossistema.¹⁸

16. Wallace McHarg Roberts & Todd, *Environmental Resources of the Toronto Central Waterfront*, Philadelphia, Pa., WMA, 1976.
17. Cidade de Dallas, *The Dallas Ecological Study*, Dallas, Department of Planning and Urban Development, 1973.
18. Cidade de Dallas, *Natural Open Space Plan*, Dallas, Department of Urban Planning, 1979; Cidade de Dallas, *The Excerpt Report: Environmental Assessment and Development Guidelines for the White Rock Excerpt*, Dallas, Department of Planning and Urban Development, 1982.

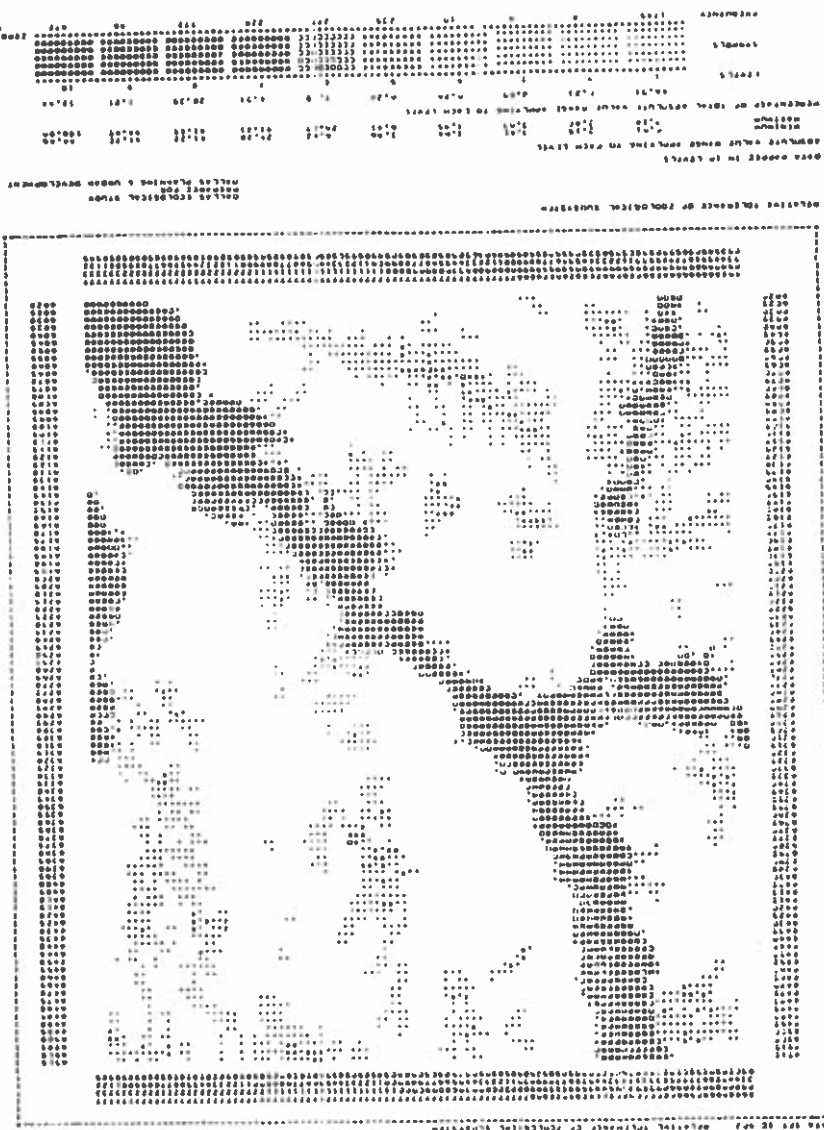
Fig. 13.3. O Estado Ecológico de Balthas identificou a escarpa de White Rock como um importante recurso e um risco ambiental. Aqui, no canto esquerdo inferior, nos dois mapas da região de Balthas, desenhados por computador, ela aparece como uma área

(1)



(b)

extremamente sensível à urbanização. O mapa (n) é da tolerância relativa do subsistema geomórfico, e o mapa (b), do subsistema zoológico. Os tons mais escuros representam as áreas mais sensíveis, os tons mais claros, as mais tolerantes.



O estudo ecológico de Dallas tem falhas — o baixo detalhamento de sua informação, a simplicidade dos modelos de ecossistema, e a desconsideração da natureza dentro dos setores já urbanizados da cidade. Não obstante, o projeto continua sendo um marco, que já propiciou à cidade muitos benefícios. Especialmente significativo é o uso do computador, que pode armazenar informação e facilitar a sua atualização, combinar informações de várias fontes e demonstrar as implicações espaciais dos valores sociais.

A informação sobre certos aspectos do ambiente natural urbano é rapidamente recolhida. Fotografias aéreas e imagens tomadas de satélites existem para todas as cidades e fornecem informações sobre características topográficas, geológicas e da superfície. Nos Estados Unidos, as pesquisas geológicas estaduais e federais mapearam rios e recursos geológicos e áreas sujeitas a inundação em muitas cidades. Tipos de vegetação podem ser facilmente identificados a partir de fotografias aéreas, embora poucas cidades tenham realmente feito isso. Em contrapartida, mensurações da qualidade do ar, da água e do solo precisam ser feitas em amostras individuais; elas são obtidas com dificuldade e muitas vezes dão apenas uma imagem parcial dos padrões de poluição. Empreendimentos particulares geram uma quantidade imensa de informações detalhadas sobre o solo. Já que condições imprevisas do subsolo podem duplicar ou triplicar os custos de construção de uma fundação, testes e sondagens anteriores à construção são realizados invariavelmente para os grandes edifícios. Uma vez coletados, esses estudos separados podem contribuir para uma melhor compreensão do subsolo da cidade.

A coleta de informações não precisa ser cara. A cidade de Dayton depois de seu comprometimento sobre seus padrões de temperatura convocando a ajuda voluntária de seus moradores. O resultado foi uma imagem muito mais clara das variações locais do microclima, com quase nenhum gasto para a cidade. Oferecendo-se para agir como um laboratório para a pesquisa de clima e prestando ajuda municipal aos esforços de pesquisa, Dayton conseguiu um considerável conhecimento científico e experiência de planejamento a um custo mínimo para a comunidade.

Uma certa quantidade de informação precisa ser coletada por cidades individuais para gerar um conhecimento mais específico, contudo, ultrapassar os recursos da maioria das cidades. Uma pesquisa mais aplicada, por exemplo, é necessária em disciplinas científicas específicas, bem como além dos limites das disciplinas. A maior parte do conhecimento existente sobre o ambiente natural urbano foi gerado nas últimas décadas. Estimulado pelo interesse público e por generosas subvenções federais, muito conhecimento novo foi acumulado e avaliado durante os anos 70. Muito trabalho importante permaneceu em os fundos de pesquisa não vêm sendo distribuídos em quantidades suficientes. Numas épocas em que importantes avanços na compreensão do clima e da qualidade do ar, da geologia e dos solos, da hidrologia e da qualidade do ar, da vegetação e da vida selvagem das cidades pareciam iminentes, os inte-

ressões políticos deslocaram-se para outras áreas e o apoio público desapareceu. Esta tendência precisa ser revertida. É preciso que haja mais apoio à pesquisa sobre a interação do ambiente natural e as atividades humanas e a ocupação urbana.

É importante que esses estudos de caso de soluções bem-sucedidas de problemas do meio ambiente urbano sejam coletados e se tornem acessíveis. Os muitos exemplos são pouco conhecidos, mesmo da maioria dos planejadores e urbanistas, sem falar dos funcionários públicos dos governos municipais, estaduais e federal. Quando os exemplos são conhecidos, eles o são de uma maneira episódica, e os detalhes técnicos que poderiam facilitar sua aplicação em outra parte são de difícil divulgação. Há muito o que aprender com esses exemplos: as motivações que estavam por trás deles; a estrutura institucional dentro da qual evoluíram; as estratégias de implementação empregadas; e a informação essencial que os alicerça.

As motivações por trás dessas soluções foram tanto pragmáticas como idealistas. Uma enchente catastrófica impeliu a formulação de uma estratégia de drenagem das águas pluviais em Denver. Os grandes danos provocados pela enchente de 1964 em Denver criaram um novo órgão regional — o Distrito de Drenagem das Águas Pluviais Urbanas e de Controle das Enchentes de Denver — mais aceitável por parte da miríade de governos locais da área do que teria sido de outro modo. A percepção de que o controle efetivo das enchentes estava além dos limites e dos meios de cada governo local tornou esse órgão regional eficaz. As ações judiciais forçaram Filadélfia a desenvolver seu programa de reciclagem de recursos dos sedimentos de esgotos. A visão de um projeto único inspirou o início do Projeto para o Clima de Dayton. O Programa das Áreas Selvagens de Boston e a Cidade Nova de Woodlands.

Quer sejam inspirados pela visão de uma cidade melhor ou pelo medo de uma destruição ou ação penal, a maioria dessas conquistas não foram obtidas dentro de um único órgão municipal ou por uma única pessoa, mas como resultado da cooperação entre os governos locais e federal, universidades, corporações, especialistas de muitas disciplinas e cidadãos individuais. Em-bora o incentivo original para o Programa das Áreas Selvagens de Boston e para o Caminho Verde (Greenway) de Denver tenha vindo do governo municipal, em ambos os casos o progresso mais substancial na implementação foi realizado por organizações separadas, quase públicas, que foram formadas mais tarde: o Fundo das Áreas Naturais de Boston e a Comissão de Desenvolvimento do Rio Platte e a Greenway Foundation. Cada uma delas é formada por funcionários públicos e por particulares que representam diferentes interesses e áreas de conhecimento; e cada uma delas vem sendo amparada por fundos públicos e por contribuições particulares.

Para assegurar a transmissão de tais lições, como as aqui descritas, é preciso criar agências de informações em escala regional, nacional e mundial, às quais as cidades, pesquisadores e profissionais possam recorrer a fim de

obter informações técnicas e detalhes institucionais de estudos de casos bem-sucedidos. A moderna tecnologia de informação e comunicação possibilita o armazenamento e a rápida transmissão do conhecimento. Uma cidade na Arábia Saudita com um problema específico, por exemplo, poderia, quando solicitasse, receber imediatamente uma lista de todas as cidades em regiões desérticas que tivessem resolvido com êxito problemas semelhantes, se pelo menos uma vez aquela informação tivesse sido coletada e armazenada no banco de dados de um computador.

UM PLANO PARA CADA CIDADE

As soluções para os problemas da cidade e de sua região não devem ser

isoladas, mas de preferência coordenadas e tratadas com a maior compreensão do ecossistema que for permitida pelo conhecimento atual. Para facilitar um plano abrangente para o manejo do ecossistema urbano e estabelecer uma estrutura dentro da qual os componentes individuais possam ser projetados, é recomendável que cada cidade identifique seus problemas mais críticos e seus recursos mais significativos, explore as ligações potenciais entre eles e estabeleça prioridades para sua solução e proteção. Apesar de todas as cidades comparilharem alguns problemas, cada uma tem problemas que são específicos de sua situação. O grau de gravidade dos problemas e seus padrões espaciais também variam. O problema mais importante é a poluição do ar ou a escassez e a contaminação dos recursos hídricos? A cidade é sujeita a terremotos devastadores, ou são as enchentes que ameaçam grande parte da cidade? A poluição do ar é um problema sazonal e constitui um problema da área central mais adensada ou afeta toda a cidade? É especialmente importante identificar as atividades humanas e as condições ambientais que agravam ou geram riscos. A identificação do fluxo de energia e de matéria através do ecossistema urbano, com sua variação diária e sazonal, ajudará a planejar estratégias para a conservação dos recursos e para a disposição segura dos resíduos, bem como para prever as áreas mais suscetíveis à contaminação. De especial interesse é a identificação de resíduos tóxicos específicos produzidos na cidade e seus pontos de despejo. Cada cidade deve identificar as áreas locais e regionais mais sujeitas ou mais sensíveis a contaminação, ou a fenômenos naturais, bem como as que possuem recursos biológicos e minerais mais valiosos. Toda essa informação deve ser reunida no banco de dados de um computador, acessível a todos os cidadãos.

Um plano integral para o gerenciamento do ecossistema urbano deve:

- Tratar dos problemas ambientais mais críticos da cidade e da região, explorando as oportunidades de resolver mais de um problema com uma única

solução, e melhorar as condições nas áreas mais contaminadas ou nas áreas de risco da cidade.

- Investigar medidas de conservação da energia e dos recursos e a viabilidade de da recuperação de recursos minerais e energéticos a partir de resíduos, e explorar padrões de assentamento, redes de transporte e sistemas de água e esgotos que facilitem a implementação de tais medidas.
- Encorajar a indústria a desenvolver planos para um armazenamento seguro dos resíduos tóxicos até que possam ser reciclados de maneira econômica ou assimilados com segurança.
- Ligar processos e características naturais à saúde, segurança e bem-estar, de modo que os custos e benefícios sociais relacionados com o ambiente natural possam ser ponderados contra outros interesses políticos, econômicos e sociais.

Cada novo edifício e parque deve ser projetado de forma a usar o mínimo de energia e matéria-prima, gerar o mínimo de resíduos e, sempre que possível, servir a mais de um propósito. Cada projeto deve, portanto:

- Tratar do lugar da área dentro do ecossistema urbano como um todo, incluindo sua relação com os problemas mais críticos da cidade.
- Responder aos problemas e às oportunidades colocados pelo local e sua vizinhança imediata.
- Projetar edifícios e o paisagismo para conservar energia e reduzir resíduos.
- Explorar o aspecto microclimático, geológico, hidrológico e biológico específico do local.

As cidades precisam resistir ao hábito de fragmentar a natureza, hábito reforçado pela organização das burocracias governamentais e pelas fronteiras entre as profissões e as disciplinas acadêmicas. Embora alguma especialização seja necessária, a ausência de um único órgão coordenador impede o manejo efetivo dos recursos e riscos e desencoraja o saneamento de muitos problemas com uma única solução. O valor da natureza na cidade só pode ser plenamente apreciado quando todo o ambiente natural urbano é visto como um único sistema interativo. Apenas quando os valores sociais e os processos naturais são reconhecidos, as prioridades podem ser estabelecidas, e os valores complementares e conflitantes, ser resolvidos ou conciliados. Apenas então a forma urbana pode refletir totalmente os valores inerentes à natureza, bem como os outros valores sociais.

Uma compreensão do ambiente natural urbano deve fundamentar todos os aspectos do projeto físico da cidade: a localização de usos específicos do solo; a forma, tamanho e paisagismo dos parques e praças urbanos; o alinhamento e a largura das ruas e vias expressas; e o padrão geral da rede de transportes da cidade e dos lugares de trabalho, moradia e lazer. Em particu-

lar, a integração de toda a área livre urbana num plano unificado promove e tende o tradicionalmente aceite valor estético e recreacional dos espaços livres a um papel crucial na saúde, segurança e bem-estar. Parques e praças, corpos d'água e correntezas, várzeas e baixios pantanosos, encostas íngremes e afloramentos rochosos e até estacionamentos e corredores de rodovias podem ser incluídos num sistema coeso de espaços abertos, para melhorar a qualidade do ar e do clima, reduzir as enchentes e melhorar a qualidade da água, diminuir o impacto de riscos geológicos, como terremotos, afundamentos e deslizamentos, criar na cidade uma comunidade de plantas e animais diversificada, conservar a energia e os recursos minerais e promover uma assimilação mais segura dos resíduos da cidade.

Os componentes de tal sistema foram em parte implementados em muitas cidades da Europa, Ásia e América do Norte, mas nenhuma cidade ainda implementou um plano que trate de todos os fatores do ambiente natural urbano numa estratégia tão ampla. Os muitos sucessos, grandes ou pequenos, documentados nas páginas precedentes, são inspiradores, mas muitos estão limitados a uma única dimensão: a qualidade do ar e o clima urbano, a geologia urbana, o controle das enchentes ou a arborização urbana.

Nem novas políticas e regulamentações nem alterações na forma física da cidade são suficientes em si mesmos para a melhoria da qualidade ambiental de nossas cidades. Uma melhoria substancial ocorrerá apenas através de esforços coordenados dos legisladores nos órgãos públicos e corporações e instituições privadas, dos profissionais em planejamento e projeto, dos cientistas naturais e sociais, dos humanistas e dos cidadãos. No século XIX, as cidades criaram novas instituições para atender aos problemas municipais, instituições cuja abrangência frequentemente suplantava os interesses particulares, e cujos poderes se estendiam além das fronteiras administrativas locais. As conquistas do século XIX nas reformas sanitárias foram importantes e inspiradoras, mas pareciam pequenas no século XX. Os problemas de hoje requerem um novo esforço. A tecnologia moderna iguala-se à empicada: o mesmo não acontece com a maioria das instituições existentes, apesar de existirem modelos eficientes. Seria conveniente que cada cidade considerasse quais instituições, dentre as existentes ou novas, podem coordenar a coleta e divulgação da informação. É conveniente, antes de mais nada, que cada cidade aprecie os valores sociais inerentes aos processos naturais e compreenda que a forma urbana e o interesse humano podem evoluir em harmonia com a natureza.

O inferno dos vivos não é algo que virá a ser; se houver um, ele já está aqui, o inferno onde vivemos todos os dias, que criamos por sofrer com juntos. Há dois modos de deixar de sofrer com ele. O primeiro é fácil para muitos: aceitar o inferno e tornar-se parte dele de tal forma que não o veja mais. O segundo é arriscado e exige constante vigilância e cuidado; procurar e aprender a reconhecer quem é o que, no meio do inferno, não são o inferno, e então fugir ou resistir, de-lhes espaço.

ITALO CALVINO, *Cidades invisíveis*.

A cidade – contaminada e desconfortável; assolada por falta de energia, de recursos e de água e por resíduos e pragas; vulnerável a enchentes catastróficas e desastres geológicos – está cada vez mais cara de ser mantida. Não é preciso que seja assim. Os projetos climáticos para Stuttgart e Dayton, os projetos de controle de enchentes de Denver e Boston, o programa de arborização urbana de Zurique e o programa de áreas selvagens urbanas de Boston, todos permitem uma visão do que a cidade poderia ser: limpa e confortável; eficiente na exploração e uso dos recursos minerais, da energia e da água e na recuperação dos recursos dos dejetos residuais; protegida contra desastres naturais; bonita e memorável.

O obstáculo para a construção de uma cidade melhor não é falta de conhecimento, mas a recusa a aplicar o conhecimento. Muitos modelos são an-

tigos. O germe de Stuttgart está no planejamento urbano da antiga Grécia e nas recomendações de Virúvio, no século I. O projeto de Olmsted para o Fenway, em 1879, precedeu de um século outros projetos semelhantes. Se esses antigos modelos tivessem se tornado parte de uma tradição urbana permanente, e não de casos esporádicos — descobertos, esquecidos e redescobertos —, a cidade moderna poderia ser um lugar diferente. Mas a preferência por retornos a curto prazo em vez de benefícios a longo prazo tem caracterizado as ações humanas através da história. A ação é empreendida apenas quando o desastre parece iminente. A "reação à crise" tem uma tradição longa e ignóbil.

Num sistema interligado, cada um tem que viver com as consequências das ações do outro. Vivemos num mundo finito, uma esfera de dimensões limitadas, revestida por uma fina camada de ar. Não há saída, finalmente. O "outro lugar" para o qual, um dia, transportaríamos nossos resíduos é agora, ou será em breve, habitado por alguém mais. Fugir para os subúrbios ou para o campo é ilusório. As mesmas atitudes para com a natureza, responsáveis pela degradação da cidade, estão agora envencendo o campo, e os problemas urbanos de ontem se tornaram problemas rurais e suburbanos de hoje: poluição do ar e do solo e contaminação dos recursos hídricos. A chuva ácida, resultante da queima de carvão a centenas de quilômetros, está matando peixes e plantas em lagos e florestas na zona rural. Depósitos clandestinos de resíduos tóxicos ameaçam a água nos poços da área rural e dos subúrbios.

Os problemas ambientais não são exclusivos da cidade, mas tão-somente mais visíveis, e seus efeitos, mais concentrados. No final, isto pode ser uma vantagem, porque os problemas, uma vez reconhecidos, podem ser resolvidos. Um sistema de tratamento de água e esgoto centralizado pode ser monitorado e controlado. A concentração do lixo nas cidades pode tornar sua disposição, tratamento e recuperação mais viáveis. Os resíduos nos assentamentos rurais e nos subúrbios distantes são dispersos. Pequenos governos locais, nos limites das áreas metropolitanas, não têm capacidade administrativa de monitorar a contaminação do ar, do solo e da água nos dispersos poços de particulares. O futuro da cidade e o do campo à sua volta estão interligados, e um não pode ser negligenciado pelo outro.

No presente não está apenas o pesadelo do que a cidade pode se tornar se as tendências atuais continuarem, mas também o sonho do que a cidade poderia ser.

A CIDADE INFERNAL

tos, estranhos defeitos congênitos e doenças degenerativas misteriosas, maior incidência de câncer e de doenças respiratórias e cardíacas. Na época, eram considerados principalmente problemas urbanos dos quais se poderia escapar deixando a cidade. Apenas mais tarde, quando áreas mais recentemente ocupadas começaram a ser atormentadas por idênticos "problemas urbanos", foram reconhecidos mais como problemas da sociedade do que como problemas da cidade.

A compreensão chegou tarde demais para a cidade, cuja população mais rica já se havia mudado para os subúrbios e para os núcleos rurais, cada vez mais numerosos. Bandos heterogêneos de pobres, doentes e desesperados são agora os únicos moradores remanescentes. Essas pessoas vivem numa existência marginal, suplementando os rendimentos pela troca, em núcleos próximos, de metais, livros e outros artefatos urbanos coletados. Ciosos dessa precária, frequentemente alacram as equipes de mineração mandadas para extrair minério e recursos quínicos das ruínas e antigos lixões. As florestas recobrem as cidades nas regiões úmidas. Apesar de os metais e vidros dos edifícios terem sido há muito tempo minerais, os escombros em decomposição dos edifícios de pedra emergem acima da floresta sólidos como penhascos. Abaixo da copa das árvores, as raízes e trepadeiras desintegram aos poucos a pavimentação. Em muitos aspectos, essa misteriosa e luxuriante área abandonada é mais bonita do que a cidade do final do século XX. Fotografias tomadas décadas atrás, após as Revoltas das Águas Urbanas, mostram uma paisagem estéril e seca. A natureza foi menos forte nas cidades abandonadas do deserto e da campina; o arduo e a grama invasores não escondem a carcaça das cidades abandonadas.

Tem havido muita discussão sobre quando uma ação decisiva poderia ainda ter evitado os desastres que se abateram sobre a cidade e que agora são sendo sentidos em todos os lugares. Alguns estudiosos sustentam que é irrelevante identificar o ponto de irreversibilidade, uma vez que as pessoas influentes e poderosas haviam então abandonado as cidades e as que permaneciam não tinham nem o poder nem o conhecimento e nem os meios para alterar o curso dos acontecimentos. Em vez disso, preferem rasgar os eventos decisivos que levaram ao alijamento social e político da cidade. Esses eventos mais comumente apontados são os Distúrbios dos Nascimento Urbanos, as Revoltas das Águas Urbanas e os Escândalos das Fontes de Água.

Os Distúrbios dos Nascimento Urbanos, incitados pela disseminação de abortos e defeitos genéticos que puniram os moradores da cidade, tiveram uma violência sem precedentes. Aquelas pessoas não tinham nada a perder; não lhes eram negados apenas comida, água ou trabalho suficientes, mas a capacidade de se reproduzir. Mas, quando as massas urbanas perceberam que tinham sido envenenadas, já era muito tarde. O principal efeito dos Distúrbios dos Nascimento Urbanos foi fazer com que o pequeno comércio e indústria remanescentes abandonassem as cidades de uma vez por todas, porque

ninguém podia trabalhar ali. Os que podiam pagar já haviam se mudado para os subúrbios e para os crescentes núcleos rurais. Após os Distúrbios dos Nascimentos, os últimos trabalhadores especializados remanescentes, que tinham ficado para supervisionar as operações de tratamento de água e esgoto e de geração de energia e o sistema de transportes locais, desertaram. Agora todos concordam que esses distúrbios não foram uma causa primária em si mesmos, mas apenas marcaram o colapso final da cidade.

Alguns estudiosos citam as Revoltas das Águas Urbanas como decisivas. Elas ocorreram em diferentes cidades em um período de duas décadas. Cidades em regiões áridas sentiram a crise da água primeiro, mas finalmente mesmo cidades em regiões úmidas descobriram ser impossível assegurar um suprimento adequado de água não-contaminada. Tentativas desperçadas de ancorar suprimentos de água de mananciais distantes foram baladas uma após outra, porque, na época, o poder político tinha se mudado da cidade para as regiões próximas. A escassez de água marcou o início do fim. Em algumas cidades, as populações declinaram gradualmente, até que uma cinchente catástrofe, um terremoto ou deslizamentos destruíram a maior parte da cidade. Depois do Grande Terremoto, San Francisco nunca mais foi reconstruída; após a Grande Enchente, Nova Orleans foi abandonada.

Já se tornara difícil, antes das Revoltas das Águas, atrair trabalhadores para a cidade. O custo de vista era alto, e os benefícios, poucos. A cidade era mais quente que a zona rural circunvizinha. Quando as crises de abastecimento de energia forçaram a eliminação generalizada do condicionamento de ar, a maioria dos edifícios de apartamentos e de escritórios se tornaram insuportavelmente desconfortáveis, mesmo nas regiões de clima temperado. Os edifícios mais antigos, nos quais as janelas podiam ser abertas para a ventilação, atingiram as maiores taxas de aluguel. Os edifícios mais novos, mesmo quando reformados de modo a que algumas janelas pudessem ser abertas, eram muito quentes para serem ocupados durante o dia ou muito desconfortáveis para se dormir ali à noite. Muitos ficaram vazios. As árvores há muito tempo tinham desaparecido da paisagem citadina, e as fontes públicas não mais funcionavam. As ruas não ofereciam qualquer alívio ao calor do verão e aos ventos carregados de poeira. Na época em que o governo federal foi transferido de Washington, D.C., para uma cidade nova no Meio-oeste, os escritórios regionais e os órgãos federais há muito se tinham mudado dos centros das grandes cidades para as periferias das metrópoles.

Ano após ano, a contaminação da água urbana se agravou. Sob a pressão do lobby industrial e dos governos municipais associados pelo custo cada vez maior do tratamento do esgoto e da purificação da água, a Secretaria de Proteção Ambiental baixou progressivamente os padrões de qualidade da água e suprimiu as estatísticas de contaminação da água. Enquanto isso, o custo da água engarrafada "pura" aumentava vertiginosamente. Foi nesse cenário que os Escândalos das Fontes de Água se desenvolveram. Na época em

que os custos da água engarrada excediam o preço de alguns vinhos franceses, havia um mercado negro florescente. Quando os Escândalos das Fontes de Água foram revelados, cidade após cidade, bilhões de litros de água contaminada tinham sido engarrafados, comercializados e consumidos como água "pura". No final desse período, mesmo a elite cosmopolita mais leal abandonou a cidade. Pouco havia que a segurasse ali, e as últimas amenidades urbanas desapareceram. Os museus fecharam e distribuíram seus acervos para sucursais menores, construídas em centros de compras nos subúrbios. Orquestras sinfônicas dividiram-se em pequenos conjuntos e se deslocaram para novas cidades ou estúdios de televisão. Existe agora um amplo consenso de que a contaminação da água foi o fator mais significativo na transferência da cidade e de que outros problemas — como a poluição do ar e o correspondente aumento das doenças cardíacas e respiratórias, as destruições causadas por acidentes naturais como enchentes e terremotos e o aumento do custo dos recursos — foram meramente secundários.

Os problemas "da cidade" começaram a ser perceptíveis em todos os lugares — primeiro nos antigos subúrbios e depois nas novas cidades. Ambos tinham sido construídos de uma maneira que não se diferenciava da antiga metrópole, exceto que eram menos densos e, portanto, dependiam mais do transporte individual, além de terem serviços de abastecimento de água e energia e de coleta de lixo mais dispendiosos. Os subúrbios mais antigos foram construídos para uma população mais rica do que a população que agora os ocupa. As antigas casas unifamiliares são agora ocupadas por muitas famílias. Muitos tentam aumentar o organismo com colônias domésticas, mas a maioria dos terrenos são muito pequenos. Todos os parques, margens de rodovias e outras terras públicas foram convertidos em canieiros cultivados. As cidades mais antigas, com seus centros virtualmente desertos, são agora circundadas por anéis de subúrbios, habitados por aqueles que deixaram a cidade por último. Não existe outro lugar para onde possam ir, já que o campo circundante está ocupado. Ainda assim, mantêm uma pressão constante e evidente, preenchem cada espaço vazio assim que ele é abandonado pelos mais afortunados. Muitos trabalham nas novas minicidades que surgiram em volta dos centros comerciais.

Durante o longo exodo da cidade, as alternativas não foram coordenadas nem consideradas com maior atenção. O desenvolvimento das novas cidades e das minicidades assemelha-se ao crescimento inicial das antigas cidades; e elas estão agora pagando os mesmos preços na degradação ambiental e no penetrante impacto negativo sobre a saúde e a segurança. Enquanto isso, mesmo as áreas rurais remotas foram ocupadas por assentamentos dispersos dos migrantes urbanos. Não restou lugar algum para onde ir.

Cada geração, no momento em que atinge a idade da reprodução, já começa a olhar com mágoa as gerações precedentes. As mulheres grávidas esperam o nascimento de seus filhos com medo. Cada vez mais pessoas jovens

decidem não ter filhos. Os mais idosos não são respeitadas mas insultados. Mesmo aqueles com fortes tradições culturais de respeito aos mais velhos acusam as gerações precedentes, que, através de sua luta para acumular poder e riqueza individuais, criaram um mundo no qual as gerações mais jovens e seus filhos devem viver. As últimas gerações tentaram desesperadamente criar assentamentos seguros e saudáveis. Infelizmente, não existe mais nenhum lugar para onde ir. Tentativas iniciais de diluir e dispersar os resíduos levaram a uma disseminação da contaminação na qual os componentes minerais e químicos não podem ser recuperados. Alguns poucos cientistas dizem agora que talvez fosse melhor recolonizar as antigas cidades, onde estão concentrados os depósitos de metais pesados e de material químico inorgânico que são recuperáveis.

A CIDADE CELESTIAL

Para muitos, a cidade oferece a combinação ideal entre as amenidades da sociedade e as da natureza. Historicamente, muitos viveram na cidade não por escolha, mas por causa das oportunidades de trabalho. Com a tecnologia moderna da informação e comunicações, agora é possível para um grande segmento da população trabalhar em casa e, dessa forma, viver em qualquer lugar. Ironicamente, uma proporção cada vez maior daqueles cujo trabalho não está ligado a um lugar específico escolhem viver na cidade. As cidades modernas oferecem o estímulo, a diversidade e os recursos culturais de suas predecessoras, bem como uma aproximação com a natureza e com a dinâmica dos processos naturais. Ar fresco e água pura, espaços livres confortáveis e o uso econômico de recursos e energia são características valiosas da vida na cidade. Os benefícios são tão óbvios a todas as pessoas que é inimaginável que as coisas fossem diferentes antigamente. Mesmo assim, cada criança nas escolas sabe que as conquistas das cidades modernas repousam nas catástrofes e tragédias do passado. Mortes, doenças e deformidades, disseminadas pela contaminação da água e por recursos hídricos e sistemas de tratamento de esgotos dilapidados, levaram Boston e Buffalo a criar técnicas pioneiras na conservação e aproveitamento da água que são agora padrão. Foi o grande terremoto que destruiu San Francisco e a reconstrução subsequente que transformaram aquela cidade na metrópole que é hoje. Quando a poluição do ar e da água no fim do século XX colocou a cidade contra a nação e nação levou a modelos sofisticados do movimento da água e do ar que tornam hoje possível administrar adequadamente as cidades.

A transformação da cidade levou muitos anos, inspirada por diversos motivos, provocada por incidentes variados. Em algumas cidades, a mudança deu-se de forma gradual, a passos de tartaruga; outras cidades sofreram uma

rápida metamorfose. Os jardins e parques, a água nas fontes, lagos e rios e a identidade distintiva cultivada pelas cidades hoje seria algo tocante para um observador do século XX, mas esses são apenas sinais superficiais de uma renovação mais profunda, de uma parceria entre a natureza e a espécie humana. Para o século XX, a natureza era um adversário, às vezes misterioso e ameaçador, mas com mais frequência mundano e esquecido.

A natureza é evidente e cultivada em todos os lugares na cidade. Cada residência e quase todos os lugares de trabalho têm um jardim, seja no teto, no terraço ou no nível do chão. Cada morador tem um jardim particular, por menor que seja. As formas dos edifícios diversificam-se; cada um reflete não apenas o modo como é usado, sua época e cultura e a sabedoria do seu arquiteto, mas também o clima de sua região. Edifícios em climas úmidos e quentes canalizam as brisas para praças sombreadas; edifícios em regiões áridas desviam os ventos de pátios protegidos. Os altos arranha-céus, que criavam ruas escuras e sujeitas a rajadas de ventos nas cidades antigas, quase desapareceram. Muitas cidades mantiveram alguns como monumentos históricos. A maioria dos grandes edifícios tem jardins nos telhados, cultivados pelos moradores ou mantidos pelas empresas para seus trabalhadores, jardins que também são projetados para reter a água da chuva em espelhos d'água. Esses jardins no céu são mais bem apreciados do alto num dia de sol, após uma chuva, quando os raios brilham através da cidade incidindo em cada espelho d'água dos telhados. Os jardins são notoriamente produtivos e tão diversos quanto seus cultivadores. Algumas pessoas cultivam rosas e outras flores silvestres; umas podam as plantas em formas exóticas e outras encorajam um crescimento profuso e selvagem; algumas pessoas preferem um arranjo permanente de arbustos e árvores, enquanto outras colhem uma abundante produção anual de frutas e hortaliças.

A paisagem dentro da cidade é variada, adaptada à atividade específica e ao caráter especial dos diversos bairros. Jardins convencionais cultivados são apreciados em alguns bairros, e espaços selvagens em outros. A maioria das cidades de clima úmido tem ao menos um grande parque pastoril. Já que são de manutenção cara, sua extensão e número são uma indicação da importância e riqueza da cidade. Eles são especialmente apreciados como lugares para esportes e eventos cívicos, onde todos os moradores podem se encontrar, e para grandes piqueniques que reúnem amigos ou famílias numerosas.

A cidade está cheia de espaços livres agradáveis, pontos vivos onde se pode sentar à sombra num dia quente de verão ou tomar sol no início da primavera ou no inverno enquanto se observa o burburinho em volta. Quase invariablymente, há água nesses lugares. Cuidadosamente consagrada, a água é tratada com maravilhosa variedade. Os sons da água correndo, caindo, espirrando e pingando são explorados. Fontes fornecem um alívio refrescante para o calor do verão, e esculturas de gelo oferecem um espetáculo que se renova constantemente enquanto alternadamente se congelam e se descongelam por

todo o inverno. A manipulação da água nas fontes, regatos, bacias, lagos e cursos d'água é uma arte altamente desenvolvida. Artistas paisagistas, que se especializam em projetos de água, são apreciados e muito solicitados. Especialmente respeitados são os artistas que sabem não só como purificar a água, mas também como exibi-la. Muitas pequenas cidades com espaços amplos celebram a reciclagem das águas servidas em parques de tratamento que consistem em múltiplos lagos, bacias, fontes e lagoas floridas e até mesmo brços. A maioria dos moradores conservam a água cuidadosamente, embora alguns ainda mantenham gramados e jardins irrigados como símbolo de sua riqueza. Cada cidade tem um sistema de transporte adequado ao clima, à geografia e ao tamanho e ao padrão de assentamento que lhe são próprios. Os tipos de transporte são, portanto, tão característicos da cidade como sua topografia e a forma de suas edificações. Barcos, bicicletas, trens, táxis aéreos e automóveis aparecem em muitas formas e combinações nas diversas cidades. Muitas cidades densamente ocupadas, tanto as novas quanto as velhas, baniram os carros particulares inteiramente e, em seu lugar, empregam uma eficiente frota de veículos, grandes e pequenos, que trafegam pela cidade. As ruas, agora estreitadas e plantadas com árvores, videtas e canteiros de hortaliças, formam faixas verdes que se estendem por toda a cidade. Outras cidades, mais afastadas, resolveram manter o automóvel particular, explorando novos tipos de combustível e alternando o padrão de trabalho e moradia para reduzir as viagens.

Os caminhos através dos quais as pessoas se movem pela cidade são projetados com muito cuidado. Cada rua e via expressa e cada corredor de transporte é projetado para um deslocamento eficiente, para o prazer, e como um valor para os moradores. Pequenas ruas residenciais são lugares onde a vida prevalece sobre o movimento. Ali, o tráfego compartilha a rua com as atividades domésticas. Os principais trajetos são projetados como linhas de tráfego, em escalas que facilitem o movimento. A maioria das cidades projetam as rotas de transporte que ligam a cidade a uma região metropolitana e as regiões metropolitanas umas às outras como uma afirmação simbólica da unidade básica da região metropolitana. Corredores de vias expressas foram há muito tempo convertidos em floresta nativa, pradaria ou plantações de deserto. Quando alguém dirige através da pradaria para Aridaha, a cidade surge por entre gramados ondulantes e flores silvestres, uma imagem inesquecível e muito fotografada.

A cidade de Cyrtilla projetou as vias expressas como linhas vitais onde a paisagem à margem da estrada se torna cada vez mais definida à medida que se aproxima do centro. Cyrtilla é famosa por suas magníficas fileiras de cedros que margeiam o acesso norte à cidade. A floresta cerca as principais vias expressas que circundam o centro de Xylonia. Uma faixa de flores silvestres, podadas uma vez por ano, alinha os canteiros em ambos os lados da rodovia. Trabalhadores que entram na cidade por esse caminho aprendem a

marcar a passagem das estações pelas suas modificações das cores: pelas mudanças na cor das flores – do amarelo para o vermelho e o florescimento de outora; e pela mudança dos vermelhos, castanhos e amarelo-claros das gramas nos delicados verdes, cor-de-rosa e amarelos do início da primavera, ao espectro verde-escuro do verão e às cores brilhantes do outono. Xylonia projetou originalmente suas vias expressas arborizadas, de modo a quebrar a força dos ventos antes que eles alcancem as torres da área central, a proteger as áreas adjacências contra a poluição do ar e o barulho das vias expressas e a reduzir os altos custos de manutenção que eram requeridos por uma paisagem bem-recuada. As rodovias arborizadas são agora famosas principalmente como recurso estético, embora todo morador da cidade conheça e aprecie seu efeito sobre o clima e a qualidade do ar da área central da cidade. Todas as árvores de Xylonia são tratadas como uma grande floresta urbana. Enquanto as árvores nos poucos parques bucólicos remanescentes se desenvolvem seus próprios processos de auto-renovação, a maioria das árvores das cidades ao longo das ruas e parques são intencionalmente plantadas e seus frutos, colhidos. Dependendo das espécies, Xylonia manja essas plantações com rotações de vinte, cinquenta ou cem anos. Nenhuma rua ou parque é plantado com árvores todas da mesma idade; árvores da substituição mais novas são plantadas, anos antes da colheita dos frutos das árvores mais antigas. Quando plantada em fileira, essa vegetação forma uma magnífica grade. Em contraste com suas florestas gradeadas e parques bucólicos, Xylonia conservou um antigo e amplo parque numa celebração de renovação. Anualmente, 0,5 ha dos 80 ha do parque permanece sem corte de grama, e uma pedra é colocada no meio do terreno para marcar o ano. O primeiro terreno foi deixado de lado quarenta anos atrás, e agora consiste em um bosque mesclado de delgados bordos-vermelhos, abrunheiros, álamos e bordos-noruegueses. Uma alameda liga cada terreno adjacente, marcando um caminho através do tempo. Os moradores locais têm o costume de visitar, no seu aniversário, a área que não é segada.

Cada cidade valoriza mais a manutenção da saúde e bem-estar de cada cidadão do que a proteção dos privilégios de uns poucos. O ar e a água puros e a segurança contra os riscos naturais são considerados direitos básicos de cada cidadão. Cada cidade, portanto, atende eficientemente às questões de saúde e segurança. Estas são vistas não como problemas, mas como uma oportunidade para assegurar benefícios adicionais, que não seriam, de outro modo, economicamente viáveis. Dessa forma, as soluções dos problemas da cidade – obtenção e conservação de recursos, colocação e reciclagem do lixo, manutenção do ar puro e abastecimento de água – produzem muitos outros benefícios: a melhoria do caráter especial de cada cidade e a aquisição de um extenso sistema de parques e áreas selvagens urbanas, de praças centrais con-

fortáveis e de jardins nos telhados. Como todo cidadão sabe, os jardins nos telhados, as praças e os parques são todos parte do sistema de drenagem das águas pluviais e do sistema de controle de enchentes, que ligam a superfície do solo com os sistemas de drenagem subterrâneos, com os parques de tratamento e as estações de recuperação e com os rios e lagos.

Cada edifício, cada parque, cada via expressa é projetado com mais de um objetivo em mente. Cada um é visto primeiro como uma unidade com usos primários específicos, então como um elemento de um pequeno sistema local de outros edifícios, parques e ruas e, finalmente, como parte de um sistema regional mais amplo de uso do solo e ambientes. Assim, não apenas cada edifício é construído para conservar energia, mas também para criar um ambiente confortável, nas ruas, praças e edificações vizinhas. Cada edifício, a área circundante, é construído não apenas para prevenir enchentes no subsolo, mas também para evitar enchentes em outras partes da cidade mais abaixo. Poucos parques servem apenas como áreas de lazer. Cada cidade é intensivamente cultivada e administrada, e o espaço é excrementalmente valorizado. Os parques precisam, portanto, servir a muitos propósitos: recuperação dos resíduos urbanos, preservação dos recursos minerais, armazenamento das águas das cheias, estabilização das encostas instáveis e áreas florestadas. Todos os espaços livres da cidade — coberturas, praças, estacionamentos, ruas, vias expressas, parques e áreas selvagens urbanas — são partes de um sistema multifuncional e interligado.

A atitude utilitária em relação aos espaços livres aumenta a importância atribuída aos poucos espaços especiais dentro de cada cidade que servem ao propósito exclusivo de contribuir para a identidade distintiva da cidade. O caráter desses lugares especiais varia de cidade para cidade: belas formações rochosas; um venerável estande de antigas árvores; um ponto de observação elevado ou privilegiado do qual a cidade pode ser vista como um todo. Esses lugares especiais são populares não apenas para os turistas, mas também para os moradores. Cada cidade também mantém alguns espaços selvagens urbanos, cuja característica depende da fisiografia e clima da cidade. São lugares não-cultivados cuja força vital se expressa livremente: pelo crescimento de uma densa floresta ou por um tapete de florescências coloridas depois de uma chuva de deserto. Apesar de ser inconcebível que qualquer parte da cidade permaneça intensa à atividade humana, nesses lugares, todavia, essa intervenção é menos visível. Tempos atrás, eram vistos como terras abandonadas.

Cada cidade se orgulha de seu caráter distintivo e cultiva esse caráter correspondendo ao seu cenário natural, sua história e suas tradições culturais e econômicas. A cidade de Della repousa numa bacia formada por um rio principal e a confluência com seus afluentes. O sistema de espaço aberto de Della forma um padrão radial, seguindo cursos d'água e os fundos de vales através dos quais a água e o ar fresco fluem por toda a cidade. Lagos de retenção das águas das chuvas, dentro dos parques das várzeas, previnem a inunda-

ção após as grandes chuvas de verão e refrescam o ar quando este sopra sobre as curvas sensuais através da paisagem; uma linha de paralelepípedos, assentados no nível do gramado ao longo do limite atingido pela inundação de 25 anos, traça uma trilha através do parque. A destruição por terremotos e deslizamentos é a maior preocupação dos cidadãos de Pyrene. A cidade é dividida ao meio por uma grande falha que forma uma espinha linear de parques, cantieiros de hortas, pomares, culturas e viveiros – o principal cinturão agrícola e de lazer da cidade. As encostas mais instáveis foram há muito tempo convertidas em jardins com terraços; algumas dessas áreas são passios públicos de onde se avista a cidade abaixo, outras são áreas privadas e cultivadas por seus donos. Num vestígio de falha importante perto do centro, a cidade erigiu duas grandes colunas de granito. Instaladas lado a lado, vinte anos atrás, e agora separadas por alguns centímetros, as colunas estão lentamente deslizando uma em direção à outra, cavalcando o terreno, marcando o movimento. Tanto em Della como em Pyrene, as habitações foram removidas das áreas de risco: das varzeas em Della e das falhas ativas, do solo instável e das zonas de deslizamentos em Pyrene. Isso aconteceu gradualmente. Após cada desastre, um órgão de realocização ajuda as vítimas a encontrar novas casas fora da área de risco. A construção de novas casas nessas áreas não é permitida. Enchentes e terremotos não são mais eventos aterrorizantes como antes.

Apesar de alguns serem mais adeptos que outros, cada cidadão é bem versado na leitura do ecossistema urbano. As crianças pequenas aprendem a ler a história do crescimento de uma árvore no seu padrão de ramagem e a diagnosticar a saúde de uma árvore por sua aparência. Cada criança de escola sabe a história social e natural de sua região metropolitana, sua base econômica e a evolução de sua forma física. Um dos jogos mais populares entre os estudantes nos colégios é uma simulação na qual podem manipular a forma urbana para evitar desastres ambientais para uma região metropolitana.

Cada cidade e sua região é administrada como um ecossistema integrado e é ligada a uma rede de outros sistemas regionais metropolitanos que, por sua vez, se estendem a Estados e países. As regiões metropolitanas tornam muitas formas. Algumas mantêm um centro único circundado pelos subcentros e pela zona rural periférica, bem característico das cidades antigas. Muitas, contudo, são compostas por constelações de centros menores com áreas de influência sobrepostas. Alguns centros são novas cidades, outros são centros históricos. Os centros mais novos atraem uma população diferente da dos centros antigos. Eles oferecem a indústria uma oportunidade para construir instalações novas e modernas, numa situação em que muitos dos erros das antigas metrópoles podem ser evitados. Uma malha urbana típica das regiões metropolitanas é frequentemente composta tanto de cidades novas como de velhos centros. A moderna região metropolitana não apareceu da noite para o dia, mas evoluiu gradualmente. Quando a administração do ecossistema urba-

no passou a ser encarada como essencial à saúde, segurança e bem-estar, a região metropolitana assimilou cada vez mais o planejamento, a gestão e as funções normativas dos antigos Estados, regiões e municípios. Localidades es-aduadas e locais se obstinaram, mas os interesses da comunidade da região metropolitana, com o passar do tempo, abalaram os velhos vínculos. Velhas animosidades no interior dos Estados desapareceram ao longo das fronteiras da região metropolitana. Desta forma, os pequenos centros dispersos da região metropolitana de Annona, com sua base agrícola e sua bacia de drenagem compartilhada, anteriormente dividida por uma fronteira estadual, têm muito mais em comum uns com os outros do que com as regiões metropolitanas industriais, que eram antes separadas por seus respectivos Estados. A medida que as novas instituições reforçavam esses interesses comuns, as localidades se realinhavam.

Todas as regiões metropolitanas monitoram seu ambiente regularmente. Assimilam informações de muitas fontes, que vão da última pesquisa federal ao mapeamento feito por projetos individuais de construção dentro da cidade, e convertem esses dados diversos num formato uniforme. Apesar de cada região metropolitana lutar para ser distinta, todos reconhecem que elas compartilham muitos dos mesmos problemas básicos. Uma rede de informação é, portanto, mantida dentro de cada uma das regiões fisiográficas de um país, bem como ao nível nacional e mundial. Qualquer cidade que enfrenta uma constrição específica de problemas pode recorrer a um banco de dados regional, uma vez que essas soluções podem ser mais apropriadas, ou pode requerer uma pesquisa através de bancos de dados nacionais ou mundiais para situações que atendam eventualmente à sua situação particular.

O que será e o que poderia ser. Na cidade atual existem muitas cidades potenciais: a cidade infernal, a cidade celestial e, entre elas, muitas cidades. As tendências existentes apontam para um futuro obscuro. Ainda assim, quase todos os elementos da cidade celestial existem em algum lugar de alguma forma, ainda que combinatoria. Não estamos e nunca estaremos num caminho inexorável para a destruição.

A cidade celestial não é uma fantasia utópica. É uma realidade executável. É necessário apenas reconhecer o que é bom no presente e fomentá-lo, adaptar modelos bem-sucedidos já forjados por cidades do passado ou do presente e desenvolver novos. O reconhecimento de que a cidade é parte da natureza deve inspirar novas políticas e reavaliar as antigas, levar à formação de novas instituições e alimentar novas pesquisas, as quais devem refletir-se na forma física da cidade. Isto acontecerá apenas através de esforços coordenados de todos aqueles que estudam e modelam a cidade: autoridades públicas e legisladores, instituições e corporações privadas, profissionais do planejamento e do projeto, cientistas sociais e naturais e cada cidadão individual. Algumas cidades poderiam começar com seus problemas mais urgentes – quer

Nas últimas décadas, os cientistas da natureza reuniram uma considerável quantidade de dados sobre os ecossistemas urbanos, diferenciados dos ecossistemas rurais, e descreveram as características do clima urbano e da qualidade do ar, da geologia urbana e dos solos, da hidrologia urbana e da qualidade da água, da vegetação urbana e da vida selvagem. Infelizmente, grande parte dessa considerável literatura foi publicada apenas em jornais e revistas científicas especializadas, e está escrita na linguagem técnica das respectivas disciplinas acadêmicas. Assim, a informação não é de fácil acesso aos profissionais do planejamento e do projeto ou aos leitores, ou não se ajusta às suas necessidades.

Esta bibliografia relaciona livros e artigos que poderão permitir ao leitor interessado investigar mais profundamente um tópico, bem como fontes nas quais o presente volume se baseou para a documentação. Para facilitar seu uso, a bibliografia é dividida em oito seções, correspondendo aproximadamente às partes do livro. Uma pequena apresentação da literatura introduz cada seção e identifica as fontes mais úteis.

Existem excelentes e completas monografias para certas áreas do ambiente físico urbano como clima, geologia e hidrologia, mas para outras áreas elas não existem. Os leitores que desejarem ler maior conhecimento sobre o ambiente biológico da cidade, seu solo, vegetação e vida selvagem, por exemplo, deverão ler uma seleção de artigos e livros, que tratam cada um apenas de partes do assunto. Os artigos em jornais e revistas profissionais e científicos estão disponíveis nas maiores bibliotecas universitárias, mas trabalhos expostos em anais de conferências são muitas vezes difíceis de serem obtidos. Muitos estudos de caso são descritos apenas em relatórios técnicos e trabalhos de distribuição limitada. Até o momento, não há catálogos da literatura que cubram a área de forma adequada ou abrangente.

O QUADRO DE REFERÊNCIA: HISTÓRIA E TEORIA

A literatura sobre a história das cidades e a forma urbana é extensa, as seguintes fontes fornecem apenas uma introdução. O livro *The City in History*, de Mumford, traça a evolução da

cidade desde suas origens até o século XX, é uma excelente introdução ao assunto. *A History of Urban Form*, de Morris, é bem ilustrada e fornece uma valiosa visão do desenvolvimento da forma urbana, a partir das cidades antigas, através do século XIX. Muitas outras fontes documentam a história das cidades ao se deterem num período em especial, num único país ou numa cidade específica. O *Making of Urban America*, de Rcps, ricamente ilustrado com plantas e vi-sões históricas, oferece uma introdução particularmente boa à história do planejamento urbano nos Estados Unidos. As obras *Daily Life in Ancient Rome*, de Carcopino, e *Cities in the Wilderness* e *Cities in Revolt*, de Bridenbaugh, dão um quadro realista da vida e um esboço da antiga Roma e das cidades coloniais americanas respectivamente. Uma abundante literatura des-critiva e desenvolvimental da forma urbana em determinadas cidades; os exemplos incluem o li-vro de Rasmussen sobre Londres, o livro de Poëte sobre Paris e os livros de Whitehill, Warner e Zaitzevsky sobre Boston. Livros como estes permitem verificar como a forma urbana expres-sa o sítio natural e os valores culturais de um lugar ou tempo específicos, e como as atividades comuns das comunidades humanas foram adaptadas. *A Theory of Good City Form*, de Lynch, revê a maneira pela qual os padrões de assentamento urbano correspondem aos valores sociais e influenciaram a saúde e bem-estar de todos os moradores das cidades. As histórias de elemen-tos específicos da forma urbana também foram tratadas separadamente. *Town and Buildings*, de Rasmussen, por exemplo, é um livro vibrante sobre os edifícios das cidades, e as ruas e praças co-entres e *The Park and the Town*, de Chadwick, descreve o novo papel que os parques co-megam a desempenhar nas cidades da Grã-Bretanha nos séculos XIX e XX.

- O conflito entre a cidade e o campo é antigo "Of Civic and Uncivic Life" (Hazlett, ed.) é um diálogo do século XVI sobre as virtudes da vida na cidade versus a vida do campo. Williams situa esse diálogo em perspectiva, num apanhado da maneira como a literatura imple-sa contemporânea o campo e criticou a cidade. Weinert e os Whites documentam uma corrente antiurbana na cultura e literatura americanas. Os artigos de Berry apresentam uma visão sobre o conflito moderno entre a cidade e o campo e as implicações que este conflito tem hoje para a forma urbana. A literatura crítica frequentemente fornece tanto uma crítica da cidade contem-porânea como uma visão do que a cidade poderia ser. More, Howard, Bellamy e Richardson fornecem todos eles formas urbanas alternativas.
- ANERCRONIME, Patrick. "Ideal Cities, n° 2 Victoria", *The Town Planning Review*, (9) 15-20, set. 1921.
- ALBERTI, Leone Battista. *Ten Books on Architecture*. Joseph Rykwert (ed.). Nova Iorque, Trans-alantic Arts, 1966.
- APPEYARD, Donald. *Livable Streets*. Berkeley e Los Angeles, University of California Press, 1981.
- ATKINSON, William. *The Orientation of Buildings, or Planning for Sunlight*. Nova Iorque, Wiley, 1912.
- BELLAMY, Edward. *Looking Backward 2000-1887*. Boston, Houghton Mifflin, 1888.
- BENEVOLO, Leonardo. *The Origins of Modern Town Planning*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1967.
- BERRY, Brian J. L. "The Urban Problem". In: WOODRUFF, Archibald M. (ed.). *The Farm and the City: Rivals or Allies?*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1980.
- . "Urbanization and Counterurbanization in the United States". In: *Changing Cities: A Challenge to Planning*. Annals of the American Academy of Political and Social Science, (45): 13-20, set. 1980.
- BLUMENFELD, Hans. *The Modern Metropolis: Its Origins, Growth, Characteristics, and Plan-ning*. Paul D. Sprengren (ed.). Cambridge Mass., MIT Press, 1972.
- . "Theory of City Form, Past and Present" *Journal of the Society of Architects and Urban Historians*, (8): 7-15 jul.-dez. 1949.
- BRACCHI, Melville C. (ed.). *Urban Planning Theory*. [Community Design Series, n° 15.] Stroudsburg, Pa., Dowden, Hutchinson, and Ross, 1975.

seja o clima e a qualidade do ar ou as enchentes e a qualidade das águas, os terremotos e os deslizamentos ou a mineração e os aflandamentos —, nos quais o apoio público pode ser concentrado e os recursos financeiros, acumulados, e então encontrar maneiras de incluir outras preocupações. Em algum lugar, um visionário ou visionária pode persuadir sua cidade a enfrentar o desafio de gerir todo o ambiente natural urbano. As razões são prementes. Não está em discussão apenas a criação de uma cidade mais segura, mais bonita, mais eficiente e mais viável economicamente, mas a própria sobrevivência. Não apenas a cidade está em risco, mas também outras formas de assentamento humano. É tempo de empregar um dos maiores talentos humanos, a capacidade de manipular o ambiente, para transformar um ambiente que se tornou hostil à própria vida num habitat humano que sustente a vida e favoreça o crescimento, tanto pessoal como coletivo.

- BRUNN, George & HOCHENBERG, Franz. *Old European Cities*. Arthur Hibbert e Rutland Oehline (eds.). Londres, Thames and Hudson, s.d.
- BRIDENBACH, Carl. *Cities in Revolt: Urban Life in America 1743-1776*. Londres, Oxford University Press, 1971.
1742. Londres, Oxford University Press, 1971.
- BURKE, Gerald L. *The Making of Dutch Towns*. Londres, Cleaver-Hume Press, 1956.
- _____. *Towns in the Making*. Londres, Edward Arnold, 1971.
- CARCUNNO, Jérôme. *Daily Life in Ancient Rome*. New Haven, Yale University Press, 1941.
- CHADWICK, Edwin. *Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain*. Londres, W. Clowes and Sons, 1842.
- CHADWICK, George F. *The Town and the Town*. Londres, Architectural Press, 1966.
- COSCOVE, J. J. *History of Sanitation*. Pittsburgh, Standard Sanitary Manufacturing Co., 1909.
- CRANE, Galen. *The Politics of Park Design*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1982.
- CRESE, Walter L. (ed.). *The Legacy of Raymond Unwin: A Human Pattern for Planning*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1967.
- _____. *The Search for Environment*. New Haven, Yale University Press, 1966.
- DE LA CROIX, Horst. *Military in City Planning: Fortifications*. Nova Iorque, George Braziller, 1972.
- DOXIDIS, C. A. *Anthropolis: City for Human Development*. Nova Iorque, Norton, 1974.
- ELIOT, Charles. *A Report upon the Opportunities for Public Open Spaces in the Metropolitan District of Boston*. Massachusetts, Boston, Wright & Potter Printing Co., 1893.
- FANOS, Julius Cy, Milder, Gordon I. & WEINMAYER, Michael. *Frederick Law Olmsted, Sr.: Founder of Landscape Architecture in America*. Amherst, University of Massachusetts Press, 1968.
- FINN, Albert. *Frederick Law Olmsted and the American Environmental Tradition*. Nova Iorque, George Braziller, 1972.
- _____. *Landscape into Cityscape*. Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1967.
- FISHER, Walter. *Land Use in Central Boston*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1947.
- FRITCH, James Marston. *American Building: The Environmental Forces That Shape It*. Nova Iorque, Schocken, 1975.
- FRANKFORT, Henri. "Town Planning in Ancient Mesopotamia". *Town Planning Review*, (21): 98-115, Jul. 1950.
- GALANTAY, Ervin Y. *New Towns: Antiquity to the Present*. Nova Iorque, George Braziller, 1975.
- GALLON, Arthur B. & EISNER, Simon. *The Urban Pattern: City Planning and Design*. 4. ed. Nova Iorque, Van Nostrand Reinhold, 1983.
- GEDDES, Patrick. *Cities in Evolution*. Londres, Williams and Norgate, 1915.
- GLAB, Charles N. *The American City: A Documentary History*. Homewood, Ill., Dorsey, 1963.
- GLIKSON, Arthur. *The Ecological Basis of Planning*. Lewis Mumford (ed.). Haja, Martinus Nijhoff, 1971.
- GOTTIN, Marie Luise. *A History of Garden Art*. Walter P. Wright (ed.). Nova Iorque, Dutton, 1928, 2 vols.
- HALLER, William. *The Puritan Frontier: Town-planting in New England Colonial Development 1630-1660*. Nova Iorque, Columbia University Press, 1951.
- HANDIN, Oscar & BURCHARD, John (eds.). *The Historian and the City*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1963.
- HAZLETT, W. C. (ed.). "Of Cyvile and Uncyvile Life". In: *Selected Tracts: Illustrating the Manners, Opinions, and Occupations of Englishmen during the Sixteenth and Seventeenth Centuries*. Roxburgh Library, 1968.

- HECKSCHER, August. *Open Spaces: The Life of American Cities*. Nova Iorque, Harper & Row, 1977.
- HILL, Leonard & CAMPBELL, Argyll. *Health and Environment*. Londres, Edward Arnold, 1925.
- HOWARD, Ebenezer. *Garden Cities of To-Morrow*. F. J. Osborne (ed.). Cambridge, Mass., MIT Press, 1965.
- HOWE, M. A. DeWolfe. *Boston Common: Scenes from Four Centuries*. Cambridge, Mass., Riverside Press, 1910.
- HUGH, Hans. *Nature and the American: Three Centuries of Changing Attitudes*. Berkeley e Los Angeles, University of California Press, 1957.
- JACOBSEN, Thorild & ADAMS, Robert M. "Salt and Silt in Ancient Mesopotamian Agriculture". *Science*, (128): 1251-1258, 1959.
- JOWETT, Benjamin & TWINING, Thomas (trads.). *Aristotle's Politics and Poetics*. Nova Iorque, Viking, 1957.
- LAMPL, Paul. *Cities and Planning in the Ancient Near East*. Nova Iorque, George Braziller, 1968.
- LYNCH, Kevin. "The Pattern of the Metropolis". In: LYNCH, Kevin (ed.). *The Future Metropolis*. Nova Iorque, George Braziller, 1961.
- _____. *A Theory of Good City Form*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1981.
- MARX, Leo. *The Machine in the Garden*. Nova Iorque, Oxford University Press, 1964.
- McFARLANE, Ian. *Design with Nature*. Nova Iorque, Natural History Press, 1969.
- MELLER, Helen E. (ed.). *The Ideal City*. Leicester University Press, 1979.
- MOORE, Sir Thomas. *Utopia*. Edward Surtz, S. J. (ed.). New Haven, Yale University Press, 1964.
- MORRIS, A. E. J. *History of Urban Form: Prehistory to the Renaissance*. Londres, George Goodwin, 1972.
- MUMFORD, Lewis. *The City in History*. Nova Iorque, Harcourt Brace Jovanovich, 1961.
- NASIR, Roderick. *Wilderness and the American Mind*. New Haven, Yale University Press, 1967.
- OLMSTEAD, Frederick Law. *Public Parks and the Enlargement of Towns*. Cambridge, Mass., Riverside Press, 1870.
- OLMSTEAD JR., Frederick Law & KIMBALL, Theodora (eds.). *Frederick Law Olmsted: Landscape Architect, 1822-1903*. Nova Iorque, Putnam, 1922-1928, 2 vols.
- PINKNEY, David H. *Napoleon III and the Rebuilding of Paris*. Princeton, N.J., Princeton University Press, 1958.
- POËTTE, Marcel. *Formation et évolution de Paris*. Paris, Société d'Édition et de Publications, 1910.
- _____. *La Promenade à Paris au XVII^e siècle*. Paris, Librairie Armand Colin, 1913.
- _____. *Une Vie de cité Paris*. Paris, Editions A. Picard, 1931, vol. 3.
- PUNDT, Hermann G. *Schinkel's Berlin: A Study in Environmental Planning*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1972.
- RASMUSSEN, Siecn Eiler. *The Unique City*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1967.
- _____. *Town and Buildings*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1969.
- REPS, John W. "The Green Belt Concept". *Town and Country Planning*, (28): 246-251, 1960.
- _____. *The Making of Urban America: A History of City Planning in the United States*. Princeton, N.J., Princeton University Press, 1965.
- _____. *Town Planning in Frontier America*. Princeton, N.J., Princeton Press, 1969.
- RICHARDSON, Benjamin Ward. *The Health of a Nation*. Londres, Dawson of Pall Mall, 1965.
- _____. *Hygiene: A City of Health*. Londres, Macmillan, 1876.
- ROBINSON, Charles Mulford. *The Improvement of Towns and Cities*. Nova Iorque, Putnam, 1901.
- _____. *The Width and Arrangement of Streets: A Study in Town Planning*. Nova Iorque, Engineering News Publishing Co., 1911.
- ROPER, Laura Wool. *A Biography of Frederick Law Olmsted*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1973.
- SAALMAN, Howard. *Hausmann: Paris Transformed*. Nova Iorque, George Braziller, 1971.

- Medieval Cities. Nova Iorque, George Braziller, 1968.
- SCIENTIFIC AMERICAN. Cities. Nova Iorque, Knopf, 1966.
- Cities, Their Origin, Growth and Human Impact. San Francisco, W. H. Freeman, 1973.
- SHURTLEIFF, Nathaniel B. A Topographical and Historical Description of Boston. Boston, Rockwell and Churchill, 1890.
- STALLEY, Marshall. Patrick Geddes' Spokesman for Man and the Environment. Nova Brunswick, N.J. Rutgers University Press, 1972.
- STEIN, Clarence S. Towards New Towns for America. Cambridge, Mass., MIT Press, 1973.
- STRAUSS, Leo. The City and Man. Chicago, Rand McNally, 1964.
- SUTTON, S. B. Civilizing American Cities: A Selection of Frederick Law Olmsted's Writings on City Landscapes. Cambridge, Mass., MIT Press, 1971.
- THORNTON, H. Report of the Departmental Committee of Inquiry into Allotments. Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1969.
- THOMAS, Keith. Man and the Natural World: A History of the Modern Sensibility. Nova Iorque, Pantheon, 1983.
- TURNARD, Christopher. The City of Man. Nova Iorque, Scribner, 1953.
- VIOTTA, François & SERAGELIDIS, Mona. "Urban Needs of Modernizing Societies: New Directions in Planning", Trabalho apresentado no Symposium on the Arab City: Its Character and Islamic Cultural Heritage, Medina, Arabia Saudita, mar. 1981.
- VITRUVIO. The Ten Books on Architecture. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1914.
- WARNER JR., Sam Bass. The Private City. Filadélfia, University of Pennsylvania Press, 1968.
- Streetcar Suburbs: The Process of Growth in Boston, 1870-1900. 2. ed. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1978.
- The Urban Wilderness: A History of the American City. Nova Iorque, Harper & Row, 1972.
- _____, & Kow, 1972.
- _____. The Way We Really Live: Social Change in Metropolitan Boston since 1920. Boston, Boston Public Library, 1977.
- WEINER, David R. (ed.). City and Country in America. Nova Iorque, Appleton-Century-Crofts, 1962.
- WHITE, Morton & WHITE, Lucia. The Intellectual versus the City. Nova Iorque, New American Library, 1964.
- WINTHILL, Walter Muir. Boston: A Topographical History. 2. ed. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1959.
- WILLIAMS, Raymond. The Country and the City. Nova Iorque, Oxford University Press, 1973.
- WINGO JR., Lowdon. Cities and Space: The Future Use of Urban Land. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1967.
- WOODWORTH, Archibald M. (ed.). The Farm and the City: Rivals or Allies? Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1980.
- WYCHERLEY, R. E. How the Greeks Built Cities. Londres, Macmillan, 1949.
- ZANZLEVSKY, Cynthia. Frederick Law Olmsted and the Boston Park System. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1982.

FONTES GERAIS SOBRE A NATUREZA NA CIDADE

Man and Nature, de Marsh, é um estudo pioneiro do século XIX que trata do impacto das atividades humanas sobre o ambiente natural. Poucos autores desde Marsh tentaram dar uma visão geral sobre o tema. A literatura mais recente consiste em antologias ou livros de múltiplos autores. Man's Role in Changing the Face of the Earth, editado por Thomas, continua a ser uma compilação clássica. Man's Impact on Environment, de Detwyler, fornece uma atualização da antologia mais antiga. Ambos tratam não apenas da cidade, mas do impacto humano

sobre a natureza em geral. *Urbanization and Environment*, editado por Detwiler e Marcus, e *Nature in Cities*, editado por Laurie, tratam especificamente do ambiente natural da cidade; em ambos os volumes, alguns aspectos do ambiente natural urbano são descritos detalhadamente, outros são omitidos. O *Annual Report* do Conselho Americano de Qualidade Ambiental (U.S. Council on Environmental Quality) vem, desde 1970, fornecendo um valioso sumário de informações sobre a poluição do ar, da água e do solo, e sobre as fontes de energia e os problemas de distribuição do lixo nos Estados Unidos.

- BERKY, Brian J. L. & HORTON, Frank E. *Urban Environmental Management*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1974.
- BURTON, Ian; KATES, Robert W. & WHITE, Gilbert F. *The Environment as Hazard*. Nova Iorque, Oxford University Press, 1978.
- DANSEREAU, Pierre (ed.). *Challenge for Survival: Land Air, and Water for Man in Megalopolis*. Nova Iorque, Columbia University Press, 1970.
- DETWILER, Thomas R. (ed.). *Man's Impact on Environment*. Nova Iorque, McGraw-Hill, 1971.
- DETWILER, Thomas R. & MARCUS, M. G. (eds.). *Urbanization and Environment: The Physical Geography of the City*. Belmont, Calif., Duxbury Press, 1972.
- EPSTEIN, Samuel S.; BROWN, Lester O. & POPE, Carl. *Hazardous Waste in America*. San Francisco, Sierra Club Books, 1982.
- LAURIE, Ian C. (ed.). *Nature in Cities: The Natural Environment in the Design and Development of Urban Green Space*. Chichester, Engl., Wiley, 1979.
- MARSH, George Perkins. *Man and Nature*. 1864. Reimpresso, Cambridge, Mass., Harvard University Press, Belknap Press, 1974.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *Man's Impact on the Global Environment: Assessments and Recommendations for Action*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1970.
- MATTHEWS, W. H., SMITH, F. E. & GOEMBERG, E. J. (eds.). *Man's Impact on Terrestrial and Oceanic Ecosystems*. Cambridge, Mass., MIT Press, 1971.
- MELosi, Martin V. "Urban Pollution: Historical Perspective Needed". *Environmental Review*, (3): 37-45, primavera 1979.
- SEWELL, Granville H. *Environmental Quality Management*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1975.
- SPORN, Anne Whiston. "The Role of Natural Processes in the Design of Cities". In: *Changing Society: A Challenge to Planning*. In: *Annals of the American Association of Political and Social Scientists*, (451): 98-105, set. 1980.
- THOMAS JR., William L. (ed.). *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago, University of Chicago Press, 1956. 2 vols.
- U.S. COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. *Environmental Quality - The First Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., Government Printing Office, 1970.
- _____. *The Second Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1971.
- _____. *The Third Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., Government Printing Office, 1972.
- _____. *The Fourth Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1973.
- _____. *The Fifth Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1974.
- _____. *The Sixth Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1975.
- _____. *The Seventh Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1976.
- _____. *The Eighth Annual Report of the Council on Environmental Quality*. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1977.

- ton, D.C., U.S. Government Printing Office, 1978.
- ton, D.C., U.S. Government Printing Office, 1979.
- U.S. Forest Service, *Children, Nature, and the Urban Environment: Proceedings of a Symposium*, Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1977.
- WHITE, Gilbert F. & HAAZ, Eugene J. *Assessment of Research on Natural Hazards*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1975.

AR URBANO

As características do clima urbano estão bem documentadas, e existem excelentes pesquisas sobre a literatura: Peterson, em 1968; Chandler, em 1968; e Oke, em 1974. *The Urban Climate*, de Landsberg, fornece uma visão geral do assunto e incorpora as pesquisas mais recentes sobre a climatologia urbana. *Urban Climatology and its Relevance to Urban Design*, de Chandler, é particularmente útil aos planejadores e projetistas urbanos. Os volumes editados por Stern são textos básicos sobre a qualidade do ar e seu manejo. O artigo em revista, de Rydell e Schwartz, sobre a qualidade do ar e a forma urbana é um bom resumo das questões e dos trabalhos realizados antes de 1968. Hutchinson *et al.* e Knowles tratam do modo como a forma e o clima urbanos influenciam o consumo de energia. Tanto Oligay como Givoni aplicam princípios de climatologia a forma dos assentamentos e edificações e discutem as variáveis que afetam o conforto humano. Pinnley examina os fatores que influenciam o conforto humano nos espaços livres urbanos. Penwarden e Wise, Gaudemer e Guyot, e Durpin e Chock apresentam os problemas e as variedades das condições do vento urbano.

- ACHENBACH, A. P., "Composition and Reactions of Air Pollutants in Community Atmospheres", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Brussels, World Meteorological Organizations, 1968.
- ARENS, Edward, "On Considering Pedestrian Winds during Building Design", in: KERNHOLD, Timothy A. (ed.), *Proceedings: International Workshop on Wind Tunnel Modeling Criteria and Techniques in Civil Engineering Applications*, Gaitersburg, Md., abril 1982, Cambridge, Cambridge University Press, 1983.
- ARENS, Edward & BALLARIN, Donald, "Outdoor Comfort of Pedestrians in Cities", in: *Proceedings: Metropolitan Physical Environment*, U.S. Forest Service General Technical Report NE-25, Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1977.
- ARNOLD, George & EDOCKLEY JR., E., "Urban Development in Air Pollution Basins: An Appeal to the Planners for Help", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (17): 235-237, 1967.
- BEUCLEY, Robert W., VAN BRUGGEN, John & TRUPP, Lawrence E., "Heat Island = Death Island?", *Environmental Research*, (5): 85-92, 1972.
- BIRDWELL, R. C. S. & FRASER, D. E., "Carbon Monoxide Uptake and Metabolism by Leaves", *Canadian Journal of Botany*, (50): 1435-1439, 1972.
- BOVE, John L. & SIENKOWSKI, Stanley, "Airborne Lead and Carbon Monoxide at 45th Street, New York City", *Science*, (167): 986-987, 1970.
- BRICE, Robert M. & REISLER, Joseph F., "The Exposure to Carbon Monoxide of Occupants of Vehicles Moving in Heavy Traffic", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (16): 597-600, 1966.
- CARPENTER, Alan B., TRUE, Douglas K. & STANEK, Edward J., "Leaf Burning as a Significant Source of Urban Air Pollution", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (27): 574-576, 1977.

- CERMAK, J. E. "Applications of Fluid Mechanics to Wind Engineering - A Freeman Scholar Lecture." *Journal of Fluids Engineering*, (97): 9-38, 1975.
- CHANDLER, T. J. "Absolute and Relative Humidities in Towns". In: *Bulletin of the American Meteorological Society*, (48): 394-399, 1967.
- _____. "Night-Time Temperatures in relation to Leicester's Urban Form". *Meteorological Magazine*, (96): 244-250, 1967.
- _____. *Selected Bibliography on Urban Climate*. Geneva, World Meteorological Organization, 1968.
- _____. *Urban Climatology and its Relevance to Urban Design*. Technical Note 149. Geneva, World Meteorological Organization, 1970.
- _____. "Urban Climatology: Inventory and Prospect". In: *Urban Climate*. Technical Note 108. Brussels, World Meteorological Organization, 1968.
- _____. "Wind as a Factor of Urban Temperatures: A Survey in North-East London". *Weather*, (15): 204-213, 1960.
- CLAIBORNE, Robert. *Climate, Man, and History*. Nova Iorque, Norton, 1970.
- CLARKE, John F. "Some Climatological Aspects of Heat Waves in the Contiguous United States". *Environmental Research*, (5): 76-84, 1972.
- _____. "Some Effects of the Urban Structure on Heat Mortality". *Environmental Research*, (5): 93-104, 1972.
- CLARKE, John F. & BACH, W. "Comparison of the Comfort Conditions in Different Urban and Suburban Microenvironments". *International Journal of Biometeorology*, Jan. 1971, pp. 41-54.
- DAINES, Robert H.; MORFO, Harry & CILILKO, Daniel M. "Atmospheric Load: Its Relationship to Traffic Volume and Proximity to Highways". *Environmental Science and Technology*, (4): 318-322, 1970.
- DAVISON, Ben. "A Summary of the New York Urban Air Pollution Dynamics Research Program". *Journal of the Air Pollution Control Association*, (17): 154-158, 1967.
- DEERING, Robert B. "Technology of the Cooling Effect of Trees and Shrubs". In: *Housing and Building in Hot Humid and Hot Dry Climates*. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1953.
- DEVALLE, David R. "Manipulating Urban Vegetation for Residential Energy Conservation". In: *HOPKINS, George (ed.), Proceedings: National Urban Forestry Conference*. Washington, D.C., November 13-16, 1978. Syracuse, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1980.
- DURGIN, Frank H. & CHOCK, Alfred W. "Pedestrian Level Winds: A Brief Review". *Journal of the Structural Division, Proceedings of American Society of Civil Engineers*, (108): 1751-1767, 1982.
- EVANS, Martin. *Housing, Comfort, and Climate*. Londres e Nova Iorque, Architectural Press & Wiley, 1980.
- EVERY, John. *Fumifugium: Or the Inconvenience of the Aer and Smoke of London Disputed*. Oxford, Old Ashmolean Reprint, 1930.
- EVERETT, Michael D. "Roadside Air Pollution Hazards in Recreational Land Use Planning". *APP Journal*, (40): 83-89, mar. 1974.
- FEDERER, C. A. "Effects of Trees in Modifying Urban Microclimates". In: *Trees and Forests in an Urbanizing Environment: Planning and Resource Development Series*, n° 17. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1971.
- FENNELL, Paul F. "The Origin and Influence of Airborne Particulates". *American Scientist*, (64): 46-56, jan.-fev. 1976.
- FRANKE, Erhard (ed.). *City Climate: Data and Aspects for City Planning*. Traduzido para EIPA pela Literature Research Company, TR-79-0795. FBW - A Publication of Research, Building, and Living, n° 108. Stuttgart, Alemanha Ocidental, Karl Kramer, 1976.
- FUGGLE, R. F. & OKE, T. R. "Intra-Red Flux Divergence and the Urban Heat Island". In: *Urban Climate*. Technical Note 108. Brussels, World Meteorological Organization, 1968.

- GAZVAGO, L., "Variation of Global Radiation in Budapest", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- GANDIAER, J. & GUYOT, A., *Intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti*. Paris, Ministère de la Qualité de la Vie, 1976.
- GEIGER, Rudolf, *Climate near the Ground*, 2. ed. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1965.
- GEORGI, H. W., "The Effects of Air Pollution on Urban Climates", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- GIYONI, B. Alan, *Climate and Architecture*, 2. ed. rev. Londres, Applied Science Publishers, 1976.
- GLIEN, GASTON; WHIGITT, GEOFF & SHEPARD, ROY J., "Urban Exposure to Carbon Monoxide", in: *Archives of Environmental Health*, (25): 305-313, 1972.
- HAAGEN-SMITH, A. J., "Carbon Monoxide Levels in City Driving", in: *Archives of Environmental Health*, (12): 548-551, 1966.
- HANNA, STEVEN K., "A Simple Method of Calculating Dispersion from Urban Area Sources", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (21): 774-777, 1971.
- HEDBORN, K. C., "A Chronology of Events in the History of Air Pollution Meteorology to 1970", in: *Bulletin of the American Meteorological Society*, (59): 1589-1597, 1978.
- HEISLER, GORDON & HARRINGTON, LEE P., "Selection of Trees for Modifying Metropolitan Climate", in: SARTANOUK, F.; GERHOLD, H. D. & LITTLE, S. (eds.), *Better Trees for Metropolitan Landscapes Symposium Proceedings*, U.S. Forest Service General Technical Report NE-22, Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1976.
- HEKINGTON, LEE P., "Urban Vegetation and Microclimate", in: HOPKINS, GEORGE (ed.), *Proceedings: National Urban Forestry Conference*, Washington, D.C., November 13-16, 1978, Syracuse, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1980.
- HEKINGTON, LEE P. & VITTORE, J. S., "Human Thermal Comfort in Urban Outdoor Spaces", in: *Proceedings: Metropolitan Physical Environment*, U.S. Forest Service General Technical Report NE-25, Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1977.
- HILL, A. CLYDE, "Vegetation: A Sink for Atmospheric Pollutants", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (21): 341-346, 1976.
- HOFFMAN, U., "Problems of the City Climate of Stuttgart", in: *City Climate: Data and Aspects for City Planning*, RW-A Publication of Research, Building, and Living, Erhard Franke, (ed.), Traduzido para EPA pela Literature Research Company, TR-79-0795, Stuttgart, 1976.
- ALLEN, K. J., "Carbon Monoxide Exposures of Boston Bicyclists", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (26): 147-149, 1976.
- KNOWLES, RALPH, "Solar Access and Urban Form", *The American Institute of Architects Journal*, (46): 42-49, rev. 1980.
- KORC, RICHARD J., "Daily Spatial and Secular Variation of Atmospheric Humidity in a Small City", *Journal of Applied Meteorology*, (12): 639-648, 1973.
- KORC, RICHARD J., "Daily Spatial and Secular Variation of Atmospheric Humidity in a Small City", *Journal of Applied Meteorology*, (12): 639-648, 1973.

- KUHN, Eric, "Air Flow around Buildings", *Architectural Forum*, (107): 166-168, sci, 1957.
- _____, "Planning the City's Climate", *Landscape*, (8): 3, 1957.
- KURCIUS, George J. & FRANZ, Gerald J., "Solid Waste, Air Pollution, and Health", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (26): 116-118, 1976.
- KURTZWE, Jerry A., "Urban Planning and Air Pollution Control: A Review of Selected Recent Research", *AIP Journal*, 1973, pp. 82-92.
- LANDSBERG, Helmut E., "The Assessment of Human Bioclimate: A Limited Review of Physical Parameters", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- _____, "Atmospheric Changes in a Growing Community: The Columbia, Maryland Experience", *Urban Ecology*, (4): 53-81, 1979.
- _____, "Bioclimatology of Housing", *Meteorological Monographs*, (2): 81-98, 1954.
- _____, "Climates and Urban Planning", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- _____, "Microclimatology", *Architectural Forum*, (86): 113-119, mar, 1947.
- _____, "Micrometeorological Temperature Differentiation through Urbanization", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- _____, *Physical Climatology*, 2. ed. rev. Durbos, Pa., Gray Printing, 1958.
- _____, *The Urban Climate*, Nova Iorque, Academic Press, 1981.
- LANGWESCH, Wolfgang, "How to Fix Your Private Climate", *House Beautiful*, out, 1949, pp. 150-155.
- LAVE, Lester B. & SESKIN, Eugene P., *Air Pollution and Human Health*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1977.
- LAWSON, T.V., *Wind Effects on Buildings: Design Applications*, London, Applied Science Publishers, 1980, vol. 1.
- LESJUK, Stephen, "Architectural and Environmental Horticulture: An Investigation into the Use of Vegetation for Energy Conservation", in: SEIDEL, Andrew D. & DAKFORD, Scott (eds.), *Proceedings of the Tenth Annual Conference of the Environmental Design Research Association*, 1979.
- LOESSNER, G. Arno, "An Air Quality Program with Visible Results", *Practicing Planner*, (9): 35-37, 1978.
- LOWRY, William P., "The Climate of Cities", in: *Cities: Their Origin, Growth, and Human Impact*, San Francisco, W. H. Freeman, 1973.
- LUDWIG, F. L., "Urban Temperature Fields", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- McDERMOTT, Walsh, "Air Pollution and Public Health", in: *Cities: Their Origin, Growth, and Human Impact*, San Francisco, W. H. Freeman, 1973.
- MUNN, R. E., *Descriptive Micrometeorology*, Nova Iorque, Academic Press, 1966.
- _____, "Airflow in Urban Areas", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- _____, "Urban Meteorology: Some Selected Topics", in: *Bulletin of the American Meteorological Society*, (54): 90-93, 1973.
- NEUBURGER, M., "Air Pollution Considerations in City and Regional Planning", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- _____, "Diffusion Models of Urban Air Pollution", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- OKE, T. R., *Review of Urban Climatology, 1968-1973*, Technical Note 134, Ginebra, World Meteorological Organization, 1974.
- OKE, T. R. & HANVEL, F. G., "The Form of the Urban Heat Island in Hamilton, Canada", in: *Urban Climates*, Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.

- OLGAY, Aladar. "Solar Control and Orientation to Meet Bioclimatic Requirements". In *Housing and Building in Hot Humid and Hot Dry Climates*. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1953.
- OLGAY, Aladar & OLGAY, Victor. *Solar Control and Shading Devices*. Princeton, N.J., Princeton University Press, 1963.
- OLGAY, Victor. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton, N.J., Princeton University Press, 1963.
- OLIVER, John E. *Climate and Man's Environment: An Introduction to Applied Climatology*. Nova Iorque, Wiley, 1973.
- PARKY, M. "Sources of Reading's Air Pollution". In: *Urban Climates*. Technical Note 108. Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- PENKARDEN, A. D. & WISE, A. F. E. *Wind Environment around Buildings*. Department of the Environment, Building Research Establishment, Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1975.
- PETERSON, James T. *The Climate of Cities: A Survey of Recent Literature*. Raleigh, N.C., National Air Pollution Control Administration, 1968.
- PLUMLEY, Harriet. "Design of Outdoor Urban Spaces for Thermal Comfort". In: *Proceedings Metropolitan Physical Environment*. U.S. Forest Service General Technical Report NE-25. Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1977.
- RAISZ, A. *Town Planning in Hot Climates*. Traduzido por A. Shvarts. Moscou, Mir Publishers, 1976.
- ROBERTS, John J., CHOKI, Edward J. & BOORAS, Samuel. "A Critical Review of the Effect of Air Pollution Control Regulation on Land Use Planning". *Journal of the Air Pollution Control Association*, (25), 500-520, 1975.
- RYDERT, C., PETER & SCHWARZ, Gretchen. "Air Pollution and Urban Form: A Review of Current Literature". *Air Journal*, 1968, pp. 115-120.
- SCHEER, E.A. & LOCKE, J. R. "Relationship of Automotive Lead Particulates to Certain Consumer Crops". *Environmental Science and Technology*, (4): 324-330, 1970.
- SCHWEDTSCHEK, P. & LYONS, T. J. "Windfield Studies in an Urban Environment". *Urban Ecology*, (2): 93-107, 1976.
- SHILLABO, H. C. "Microclimate and Housing: Topographical Effect". *The Architect's Journal Information Library*, 6 jan. 1965, pp. 21-26.
- SHILLABO, H. C. "Microclimate and Housing: Effects of Orientation". *The Architect's Journal Information Library*, 13 jan. 1965, pp. 81-84.
- SHAW, Emil & SCARFAN, Robert H. *Wind Effects on Structures: An Introduction to Wind Engineering*. Nova Iorque, Wiley, 1978.
- SINGER, T. A. & SARTT, M. E. "A Summary of the Recommended Guide for the Prediction of the Dispersion of Air-Borne Emissions". In: *Urban Climates*. Technical Note 108. Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- SARTT, William H. "Metal Contamination of Urban Woody Plants". *Environmental Science and Technology*, (7): 631-633, 1973.
- SHAW, William H. "Urban Vegetation and Air Quality". In: HOPKINS, George (ed.). *Proceedings of the National Urban Forestry Conference November 13-16, 1978*. Syracuse, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1980.
- SHAW, William H. & STASKAWICZ, Brian J. "Removal of Atmospheric Particles by Leaves and Twigs of Urban Trees: Some Preliminary Observations and Assessment of Research Needs". *Environmental Management*, (1): 317-330, 1977.
- SPURN, Anne Whiston. *Plants for Passive Cooling: A Preliminary Investigation*. Cambridge, Mass., Harvard Graduate School of Design, 1981.
- STERLING, Elia. "The Impact of Air Pollution on Residential Design". In: *Urban Climates*. Technical Note 108. Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.
- STEIN, Arthur C. (ed.). *Air Pollutants, Their Transformation and Transport*. 3. ed. Nova Iorque, Academic Press, 1976.

- (ed.), *Air Quality Management*. Nova Iorque, Academic Press, 1977.
- (ed.), *The Effects of Air Pollution*, 3. ed. Nova Iorque, Academic Press, 1977.
- (ed.), *Engineering Control of Air Pollution*. Nova Iorque, Academic Press, 1977.
- (ed.), *Measuring, Monitoring, and Surveillance of Air Pollution*, 3. ed. Nova Iorque, Academic Press, 1976.
- TORRINE, Werner H. "Urban Energy Balance Climatology", *Geographical Review*, (60): 31-53, 1970.
- VAN HANBEEK, David F. "Trees in Urban Energy Conservation", in: HORKINS, George (ed.), *Proceedings of the National Urban Forestry Conference, November 13-16, 1978*. Syracuse, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1980.
- WEDDIN, James B.; LOMBARDI, David J. & CERMAK, Jack E. "A Wind Tunnel Study of Gaseous Pollutants in City Street Canyons", *Journal of the Air Pollution Control Association*, (27): 557-566, 1977.
- WHITTE, Robert F. *Effects of Landscape Development on the Natural Ventilation of Buildings and Their Adjacent Areas*. Research Report 45, College Station, Texas, Texas Engineering Experiment Station, 1954.
- WISE, A. F.; SECTON, D. E. & LUTZWEIT, M. S. T. "Urban Planning Research: Studies of Air Flow around Buildings", *The Architect's Journal Information Library*, 19 maio 1965, pp. 1185-1189.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Proceedings of the Symposium on Urban Climate and Building Climatology*, Vol. 1: *Urban Climates*. Technical Note 108, Bruxelles, World Meteorological Organization, 1968.

SOLO URBANO

A aplicação da geologia no projeto urbano e no planejamento ambiental está bem documentada. *Cities and Geology*, de Leggett, e *Geology and the Urban Environment*, de Leveson, são introduções excelentes e compreensivas sobre o assunto. Leveson abarca menos conhecimento, desta forma, pode ser mais apropriado àquelas que estão menos familiarizadas com os princípios da geologia. Leggett é especialmente valioso pela descrição de excelentes estudos de caso. As antologias, editadas por Beitz, Coates e por Ulgard *et al.*, reúnem muitos artigos importantes sobre geologia urbana, que eram anteriormente menos acessíveis. O volume de Boli *et al.* é uma excelente introdução aos riscos geológicos e aos meios de minimizá-los. O U.S. Geological Survey efetuou muitos estudos de caso de geologia urbana nas cidades americanas e é uma fonte de informações importantes sobre a aplicação da geologia no planejamento do uso do solo nas áreas metropolitanas (são muito úteis os estudos de Fleming *et al.*, Guy, Nichols *et al.*, e Robinson e Spicker, entre outros). Os levantamentos geológicos estaduais da Califórnia e do Colorado também publicaram relatórios úteis ao planejamento e projeto urbanos (Allford *et al.* e Rogers *et al.*). Não existe monografia sobre solos urbanos, nem são os artigos e relatórios existentes de fácil compilação. A maioria das pesquisas sobre o solo foi dirigida para a produtividade agrícola e para a estabilidade estrutural dos solos. O U.S. Soil Conservation Service publicou seu primeiro levantamento do solo urbano em 1976. Os estudos na Rússia (Zemlyanski) e na Alemanha (Sukopp *et al.*) e nos Estados Unidos (Hoeckheim) sugerem que os solos urbanos têm algumas características em comum.

ALFORS, John T.; BURKETT, John L. & GAY, Jr., Thomas E. "Urban Geology Master Plan for California - A Summary", in: Ulgard, R. O.; McKENZIE, G. D. & Foley, D. (eds.), *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.

BARRY, Edgar H. & HAVDEN, Deborah R. "Mineral Resources of the San Francisco Region, California: Present Availability and Planning for the Future", in: Ulgard, R. O.

- MCKENZIE, G. D. & FOLEY, D. (eds). *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.
- BAKER, Victor R. "Urban Geology of Boulder, Colorado: A Progress Report". *Environmental Geology*, (1): 75-88, 1975.
- BAKSTOF, D., THORNTON, L., STREIBOW, C. D. & WENH, J. S. "Absorption of Lead from Dust and Soil". *Postgraduate Medical Journal*, (51): 801-804, 1975.
- BATES, Robert L. "Mineral Resources for a New Town". In: URGARD, R. O.; MCKENZIE, G. D. & FOLEY, D. (eds). *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.
- BERGMAN, C. "Venice Is Sinking into the Sea". *Civil Engineering*, mar. 1971, pp. 67-71.
- BETZ, Frederick (ed.). *Environmental Geology*. Stroudsburg, Pa., Dowden, Hutchinson & Ross, 1975.
- BOCKHEIM, James G. "Nature and Properties of Highly Disturbed Urban Soils". Philadelphia, Pennsylvania, "Trabalho apresentado perante a Soil Science Society of America, em Chicago, Illinois, 15 nov. 1974, mimeo.
- HOLT, B. A., HORN, W. L., MACDONALD, G. A. & SCOTT, R. F. *Geological Hazards*. Nova Iorque, Springer-Verlag, 1975.
- BOISSA, Ehner E., GOLDBERG, Alfred, FISHER, John L., LAGOMER, Henry J. & WESSER, Thomas D. "Geological Data for the City Engineer: A Comparison of Five Australian Cities". In: 24th International Geological Congress Proceedings, 1972, pp. 3-12.
- BRIGGS, Reginald P.; POMEROY, John S. & DAVIES, William E. "Landsliding in Allegheny County, Pennsylvania". In: URGARD, R. O.; MCKENZIE, G. D. & FOLEY, D. (eds). *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.
- BUCKMAN, Harry C. & BRADY, Nyle C. *The Nature and Properties of Soils*. 7. ed. rev. Nova Iorque, Macmillan, 1969.
- HARGRESS, Peter J. "The Role of Engineering Geology in Developing Sydney's Environment - Past, Present, and Future". In: 25th International Geological Congress Proceedings, 1976, pp. 525-526.
- CAMPBELL, Russell H. "Soil Slips, Debris Flows, and Rainstorms in the Santa Monica Mountain and Vicinity, Southern California". *Professional Paper 851*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1975.
- CARGO, David N. & MALBARY, Bob F. *Man and His Geologic Environment*. Reading, Mass., Addison-Wesley, 1974.
- CITY OF NEW YORK. *From Landfill to Park: An Experiment in Construction in Waste Management in the Pennsylvania Avenue Landfill Site*. Nova Iorque, Department of City Planning, 1974.
- COATES, Donald R. (ed.). *Environmental Geomorphology and Landscape Conservation*. Vol. 2: *Urban*. Stroudsburg, Pa., Dowden, Hutchinson & Ross, 1975.
- _____. *Urban Geomorphology*. Special Paper 174. Boulder, Colo., Geological Society of America, 1976.
- COLCORD, Joanna C. & JOHNSTON, Mary. *Community Programs for Subsistence Gardens*. Nova Iorque, Russell Sage Foundation, 1973.
- CHARCINIEY, C. R. & DUNN, B. "Engineering Geology in Urban Planning with an Example from the New City of Milton Keynes". In: 24th International Geological Congress Proceedings, 1972, pp. 13-22.
- CHAU, Philip J. (ed.). *Urban Forest Sinks: A Reference Workbook*. Syracuse, N.Y., U.S. Forest Service and State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1982.
- DOBKOVOLNY, E. & SCHMIDT, H. R. "Geology as Applied to Urban Planning: An Example from the Greater Anchorage Area Borough, Alaska". In: BETZ, Frederick (ed.). *Environmental Geology*. Stroudsburg, Pa., Dowden, Hutchinson & Ross, 1975.
- FLAWN, Peter T. *Environmental Geology*. Nova Iorque, Harper & Row, 1970.

- FLEMING, Robert W.; VARNES, David L. & SCHUSTER, Robert L. "Landslide Hazards and Their Reduction". In: *Geological Survey Yearbook*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1978.
- FOLK, Robert L. "Geologic Urban Hindplanning: An Example from a Hellenistic Byzantine City, Stobi, Yugoslavian Macedonia". In: *Environmental Geology*, (1): 5-22, 1975.
- FORKESTER, Frank, "Land Subsidence". In: UGARD, R. O., MCKENZIE, G. D. & FOLEY, D. (eds.), *Geology in the Urban Environment*, Minneapolis, Burgess, 1978.
- FRIED, Gil. "Getting the Lead Out". *Self-Reliance*, jun. 1976, pp. 11-12.
- GODFREY, Andrew E. "A Physiographic Approach to Land Use Planning". *Environmental Geology*, (2): 43-50, 1977.
- GRIGGS, Gary B. & GURCHIST, John A. *Geologic Hazards, Resources, and Environmental Planning*, Belmont, Calif., Wadsworth, 1983.
- GRUBE, F. "Urban and Environmental Geology of Hamburg". In: BETZ, Frederick (ed.), *Environmental Geology*, Stroudsburg, Pa., Dowden, Hutchinson & Ross, 1975.
- GUY, Harold P. "Sediment Control Methods in Urban Development: Some Examples and Implications". In: COATES, D. R. (ed.), *Urban Geomorphology*, Geological Society of America, Special Paper 174, Boulder, Colo., Geological Society of America, 1976.
- HANSEN, Wallace R. "Geomorphic Constraints on Land Development in the Front Range Urban Corridor, Colorado". In: COATES, D. R. (ed.), *Urban Geomorphology*, Geological Society of America, Special Paper 174, Boulder, Colo., Geological Society of America, 1976.
- HART, Stephen S. "Potentially Swelling Soil and Rock in the Front Range Urban Corridor". In: UGARD, R. O., MCKENZIE, G. D. & FOLEY, D. (eds.), *Geology in the Urban Environment*, Minneapolis, Burgess, 1978.
- HOWE, Philip K.; LAMIN, Robert E. & NATHAN, David F. S. "Multicentennial Characterization of Urban Roadway Dust". *Environmental Science and Technology*, (14): 169-171, 1980.
- HORNICK, Sharon B.; PATTERSON, James B. & CHAM, Y. RUTIS L. "An Evaluation of Urban Garbage Soil, Vegetation, and Soil Amendments". *Minneapolis, Minnesota*.
- HOWARD, Arthur D. & REISER, Irwin. *Geology in Environmental Planning*, Nova Iorque, McGraw-Hill, 1978.
- HUMBERT, Archer Butler. *Soil: Its Influence on the History of the United States*, New Haven, Yale University Press, 1930.
- IMMAN, R. E.; INGERSON, R. B. & LEVY, E. A. "Soil: A Natural Sink for Carbon Monoxide". *Science*, (172): 1229-1231, 1971.
- JACOBSEN, Thorkild & ADAMS, Robert. "Salt and Silt in Ancient Mesopotamian Culture". *Science*, (128): 1251-1258, 1958.
- JOHNSTON, Paul M. "Geology and Ground-Water Resources of Washington, D.C., and Vicinity". *Water Supply Paper 1776*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1964.
- KAYE, Clifford A. "Beacon Hill End Moraine, Boston: New Explanation of an Important Urban Feature". In: COATES (ed.), *Urban Geomorphology*, Geological Society of America, Special Paper 174, Boulder, Colo., Geological Society of America, 1976.
- KEELAWAY, G. A. & TAYLOR, J. H. "The Influence of Landslipping on the Development of the City of Bath, England". In: *23rd International Geological Congress Proceedings*, 1968, pp. 65-76.
- KINGSLEY, Charles. *Town Geology*, Londres, Daldy, Ishister & Co., 1877.
- LEGGET, Robert F. *Cities and Geology*, Nova Iorque, McGraw-Hill, 1973.
- LEIGHTON, F. Beach. "Urban Landslides: Targets for Land-Use Planning in California". In: *Geology and Engineering*, 2 ed. Nova Iorque, McGraw-Hill, 1967.
- COATES, D. R. (ed.). *Urban Geomorphology*, Geological Society of America, Special Paper 174, Boulder, Colo., Geological Society of America, 1976.
- LEZZI, Catherine. "Poisoned Gardens". *Elements*, set. 1975, pp. 1-3.

- LEWIS, David. *Geology and the Urban Environment*. Nova Iorque, Oxford University Press, 1980.
- LOEHNIGER, Alfred. "Aspects of the Sinking of Mexico City and Proposed Countermeasures". *American Waterworks Association Journal*, (50): 432-440, 1958.
- MADDER, George G. & CROWDER, Dwight F. "An Experiment in Using Geology for City Planning: The Experience of the Small Community of Portola Valley, California". In: NICHOLS, Donald R. & CAMPBELL, Catherine C. (eds). *Environmental Planning and Geology: Proceedings of the Symposium on Engineering Geology in the Urban Environment*. Washington, D.C., U.S. Department of Housing and Urban Development, 1969.
- MCGILL, John T. "Growing Importance of Urban Geology". *Circular 487*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1966.
- MOSSMAN, R. W.; HEIM, George E. & DALTON, Frank E. "Seismic Exploration in the Urban Environment". In: *24th International Geological Congress Proceedings*, 1972, pp. 183-190.
- NATIONAL CENTER FOR RESOURCES RECOVERY. *Sanitary Landfills: A State of the Art Study*. Lexington, Mass., D.C. Heath, 1974.
- NICHOLS, Donald R. & BUCHANAN-BARKS, J. M. "Seismic Hazards and Land-Use Planning". In: URBAN, R. O.; MCKENZIE, G. D. & FOLEY, D. (eds). *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.
- NICHOLS, Donald R. & CAMPBELL, Catherine C. (eds). *Environmental Planning and Geology: Proceedings of the Symposium on Engineering Geology in the Urban Environment*. Washington, D.C., U.S. Department of Housing and Urban Development, 1969.
- PAGE, A. L. & GAMIE, T. J. "Accumulations of Lead in Soils for Regions of High and Low Motor Vehicle Traffic Density". *Environmental Science and Technology*, (4): 140-142, 1970.
- PARSONS, Henry Grissom. *Children's Gardens for Pleasure, Health and Education*. Nova Iorque, Sturgis & Walton Co., 1910.
- PATRICKSON, James C. "Enrichment of Urban Soil with Composted Sludge and Leaf Mold Contamination Gardens". *Compost Science*, (16): 18-22, 1975.
- _____. "Planning in Urban Soils: Ecological Services Bulletin No. 1". Washington, D.C., U.S. National Park Service, 1974.
- _____. "Soil Compaction and Its Effects upon Urban Vegetation". In: SANTAMOUR, F.; GEMMOLD, H. D. & LUTHE, S. (eds). *Better Trees for Metropolitan Landscapes Symposium Proceedings*. U.S. Forest Service General Technical Report NE-22. Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1976.
- POLAND, J. F. & DAVIS, G. H. "Land Subsidence Due to Withdrawal of Fluids". *Reviews in Engineering Geology*, (2): 187-269, 1969.
- PIERCE, D. & MACKENZIE, E. Jean. "Trace-Element Contamination of Parklands in Urban Areas". *Journal of Soil Science*, (20): 288-290, 1969.
- ROBINSON, G. D. & SPIERER, Andrew M. "Nature to be Commanded...". *Professional Paper 950*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1978.
- ROCKAWAY, John D. "Evaluation of Geologic Factor for Urban Planning". In: *24th International Geological Congress Proceedings*, 1972, pp. 61-69.
- ROGERS, W. P.; LUDWIG, L. R.; HORNBAKER, A. L.; SCHWEDLOW, S. D.; HART, S. S.; SHELTON, D. C.; SKOOGS, D. L. & SORLE, J. M. *Guidelines and Criteria for Identification and Land-Use Controls of Geologic Hazard and Mineral Resource Areas*. Special Publication No. 6. Denver, Colorado Geological Survey, 1974.
- SCHEMATT, N.; PHILIPSON, J. J.; LARSEN, A. A.; HAKKARER, M. & LYNN, A. J. "Surface Soil as a Potential Source of Lead Exposure for Young Children". *CMA Journal*, 8 dez. 1979, pp. 1474-1478.
- SCHUBERT, Christopher J. *The Geology of New York City and Environs*. Garden City, N.Y., Natural History Press, 1968.

- SCHESTER, Robert L. & KRIZEK, Raymond J. (eds.). *Landslides: Analysis and Control. Special Report 176*. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1978.
- SPRAGUE, William, and Associates; LEIGHTON, F. Beach, and Associates; BAXTER, Mc Donald and Company. "Earth Science Information in Land-Use Planning - Guidelines for Earth Scientists and Planner". *Circular 721*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1976.
- SPEARS, F. W. "Vacant Lot Cultivation". *Charities Review*, (8): 74-107, 1868.
- SPITZER, Thomas M. & FEDER, William A. "A Study of Soil Contamination and Plant Uptake of Lead in Boston Urban Gardens". *Mimeo*.
- STAUFFER, Truman F. "Kansas City: A Center for Secondary Use of Mixed-Use Space". In: Utgaard, R. O., McKenzie, G. D. & Foley, D. (eds.). *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.
- SURFLOK COUNTY EXTENSION SERVICE. "Lead in the Soil: A Gardener's Handbook". Boston, University of Massachusetts, 1979.
- SUKORN, Herbert; BLUME, Hans-Peter & KUNICK, Wolfram. "The Soil, Flora, and Vegetation of Berlin's Wastelands". In: LAURIE, Ian (ed.). *Nature in Cities*. Nova Iorque, Wiley, 1979.
- U.S. CONSERVATION SERVICE. *Soil Survey of District of Columbia*. Washington, D.C., United States Department of Agriculture e United States Department of the Interior, 1976.
- UTGAARD, R. O., MCKENZIE, G. D. & FOLEY, D. (eds.). *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.
- WALLWORK, Kenneth L. *Desert Land*. Londres, David and Charles, 1974.
- WINSON, H. E. "The Geological Map and the Civil Engineer". In: *24th International Geological Congress Proceedings*, 1972, pp. 83-86.
- WRIGHTSON, C. F. "Geology: Its Role in the Development and Planning of Metropolitan Washington". In: Utgaard, R. O., McKenzie, G. D. & Foley, D. (eds.). *Geology in the Urban Environment*. Minneapolis, Burgess, 1978.
- YALOW, Dan H. & YARON, Bruno. "Framework for Man-Made Soil Changes: An Outline of Metapedogenesis". *Soil Science*, (102): 272-277, 1966.
- ZAKUBA, Guido & MIENCI, Wojciech. *Landslides and Their Control*. Traduzido por H. Zakhova e V. Menci. Nova Iorque, American Elsevier, 1969.
- ZEMLYANSKIY, L. T. "Characteristics of the Soils in the Cities". *Soviet Soil Science*, (5): 468-475, 1963.

ÁGUA URBANA

Nenhum livro trata igualmente bem dos problemas da hidrologia urbana, do abastecimento de água e da qualidade da água, e de suas implicações no planejamento e projeto urbanos. *Water in Environmental Planning*, de Dunne e Leopold, é um texto importante, mas preocupase principalmente com os processos geomorfológicos da dinâmica dos rios e bacias de drenagem, tratando relativamente pouco dos problemas do abastecimento e da qualidade da água. *Handbook of Measures to Protect Water Resources in Land Development*, de Tourbier e viats. O United States Geological Survey publicou inúmeros trabalhos dirigidos a geólogos e engenheiros, profissionais de planejamento e projeto, bem como a juristas (por exemplo, os tratados de Leopold, Britton *et al.*, Rantz e Schneider *et al.*). Muitos dos trabalhos recentes sobre a qualidade da água urbana foram realizados sob os auspícios da Secretaria de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (por exemplo, Field e Lager, Bastian; Lager *et al.*). O Conselho dos Estados Unidos sobre Qualidade Ambiental trata de questões da qualidade da água em seu relatório anual (ver seção de fontes gerais). *Water for the Cities*, de Blake, fornece um excelente quadro histórico dos problemas de abastecimento de água das cidades modernas.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, Task Committee on the Effects of Urbanization. Low Flow, Total Runoff, Infiltration, and Groundwater Recharge of the Committee on Surface

- Water Hydrology, "Aspects of Hydrological Effects of Urbanization", *Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, (101) 449-469, 1975.
- ANTOINE, Louis H. "Drainage and Best Use of Urban Land", *Public Works*, (95) 88-90, 1964.
- AKDIS, Cobi V., DUCKER, Kenneth J. & LEINZ, Arno T. "Storm Drainage Practices of Thirty-Two Cities", *Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, (95) 383-408, 1969.
- BALDWIN, Helene L. & MCGUINNESS, C. C. *A Primer on Groundwater*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1963.
- BASTIAN, Robert K. *Natural Systems in Wastewater Treatment and Sludge Management: An Overview*, Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency, 1981.
- _____ "Natural Treatment Systems in Wastewater Treatment and Sludge Management", *Civil Engineering*, maio 1982, pp. 62-67.
- BETT JR., C. B. "The 1973 Flood and Man's Construction of the Mississippi River", *Science*, (189) 681-684, 1975.
- BAKE, Nelson M. *Water for the Cities: A History of the Urban Water Supply Problem in the United States*, Syracuse, N. Y., Syracuse University Press, 1956.
- BOSTON METROPOLITAN PARK COMMISSION, and the MASSACHUSETTS STATE BOARD OF HEALTH. *Report of the Joint Board Commission of the Metropolitan Park Commission and the State Board of Health upon the Improvement of Charles River from Waltham Lane to the Charles River Bridge*, Boston, Wright & Potter Printing Co., 1894.
- BOSTON METROPOLITAN SEWERAGE COMMISSIONERS. *Report of the Metropolitan Sewerage Commission upon a High Level Gravity Sewer for the Relief of the Charles and Boston River Valleys*, Boston, Wright & Potter Printing Co., 1899.
- BOSTON PARK COMMISSION. "Proposed Sanitary Improvement of Muddy River", Document 130, 1881.
- BRADSHAW, Ohio C. & CHURCH, Nola P. "Groundwater", *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (49) 1302-1307, 1977.
- BRITTON, L. J., AVERETT, R. C. & FERRERA, R. F. "An Introduction to the Processes, Problems and Management of Urban Lakes", *Geological Survey Circular 601-A*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1975.
- BUCKE, W. J. "Economics of Urban Drainage Design", *Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, (88) 93-114, 1962.
- BURKIN, John. "Saving Water Scenically", *Water Engineering and Management*, (129) 46-47, mar. 1982.
- BURTON, Ian; KATES, Robert W. & SNEAD, Roadman E. *The Human Ecology of Coastal Flood Hazard in Megalopolis*, Department of Geography Research Paper n° 115, Chicago, University of Chicago, 1969.
- BUTLER, R. E. "The Buried Rivers of London", *London Naturalist*, (41): 31-41, 1962.
- CAMP, Dresser & McKee, Inc. *Revised Discharge Plan Reflecting Addition of Tertiary Treatment: The Bishop's Lodge, Santa Fe, New Mexico*, Denver, Camp, Dresser & McKee, 1980.
- _____ *The Charles River Basin as a Water Park and Playground*, Boston, Wright & Potter Printing Co., 1928.
- CHARLES RIVER WATERSHED ASSOCIATION. "Better Days for the Charles River", *EPA Journal*, (8) 13-14, 1982.
- _____ "Chemical and Engineering News: 'Porous Asphalt Paving Developed'", 10 Jan. 1972, p. 40.
- _____ "What's New in Dallas and Texas? Woodlands - New Town is Planned around Ecology", Mar. 1977, p. 64.
- CLAYCOMB, Elmer L. "Urban Storm Drainage Criteria Manual from Denver", *Civil Engineering*, jul. 1970, pp. 39-41.
- DALRY, Eugene J. "Storm Water Retention in Urban Areas", *Public Works*, (92): 146-147, 1961.
- DALLAIRE, Gene. "EPA's 1/4 Program Speeds Use of New Wastewater Treatment Methods", *Civil Engineering*, nov. 1981, pp. 62-64.

- DENVER, COLORADO. MAYOR'S PLATTE RIVER DEVELOPMENT STUDY. In *Response to a Flood*. Denver, Colorado. City of Denver, 1966.
- DENVER, COLORADO. URBAN DRAINAGE AND FLOOD CONTROL DISTRICT. *Flood Hazard News*, (10), 1-9, sci, 1980.
- DENVER PLANNING OFFICE. *Denver 1985: A Comprehensive Plan for Community Excellence*. City and County of Denver, 1967.
- DINGES, W. R. "Who Says Sewage Treatment Plants Have to Be Ugly?" *Water and Wastes Engineering*, (13): 20-23, abr, 1976.
- DOXAT, John. *The Living Thames: The Restoration of a Great Tidal River*. London, Hutchinson Benham, 1977.
- DUNNE, Thomas & Leopold, Luna B. *Water in Environmental Planning*. San Francisco, W. H. Freeman, 1978.
- ENGELSH, J. N. & Mitchell, T. M. "Water Reclamation and Reuse". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (48): 1174-1180, 1976.
- ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. "Deep Tunnel Storage May Solve City Storm Water Problem". (3): 209, 1969.
- FAIR, Gordon Maskew; Grey, John Charles & Kruis, Daniel Alexander. *Water and Wastewater Engineering*. Nova Iorque, Wiley, 1966, vol. 1.
- FAIRCLOD, Warren D. "Balancing Economic Development and Environmental Quality through the Water Resources Council's Principles and Standards". In: Sano, K. (ed.). *Transitions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resource Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- FAY, Christopher W. "Waste Not Wastewater: Wolfcboro Solution". *American Forests*, (88): 42-43, 1982.
- FELTON, Paul M. & Lull, Howard W. "Suburban Hydrology Can Improve Watershed Conditions". *Public Works*, 94 (1): 93-94, 1963.
- FETTL, J. H. "Water Facts and Figures for Planners and Managers". *Circular 752*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1977.
- FIELD, Richard; Bowden, Russell & Rozcowny, Kathy. "Urban Runoff and Combined Sewer Overflow". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (49): 1095-1104, 1977.
- FIELD, Richard; Curtis, J. & Bowden, Russell. "Urban Runoff and Combined Sewer Overflow". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (48): 1191-1206, 1976.
- FIELD, Richard & Knowles, Donna. "Urban Runoff and Combined Sewer Overflow". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (47): 1352-1369, 1975.
- FIELD, Richard & Lacer, John A. *Countermeasures for Pollution from Overflows: The State-of-the-Art*. Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 670/2-74-090, 1974.
- _____. "Urban Runoff Pollution Control: State-of-the-Art". *Journal of the Environmental Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, (101): 107-125, 1975.
- FIELD, Richard; Struzeski, Edmund J.; Masters, Hugh E. & Tareuri, Anthony N. "Water Pollution and Associated Effects from Street Sailing". *Journal of Environmental Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, (100): 459-477, 1974.
- FIELD, Richard & Weigel, Pauline. "Urban Runoff and Combined Sewer Overflow". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (45): 1108-1115, 1973.
- FORREST, Edward & Aronson, Harvey G. "Highway Ramp Areas Become Flood Control Reservoirs". *Civil Engineering*, feb, 1959, pp. 35-37.
- FRANKS, C. L. & McClymonds, N. E. "Summary of the Hydrologic Situation on Long Island, New York, as a Guide to Water Management Alternatives". *Professional Paper 627-F*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1972.
- GODVARD, James E. "Flood-Plain Management Must be Ecologically and Economically Sound". *Civil Engineering*, sci, 1971, pp. 81-85.
- GRAVA, S. *Urban Planning Aspects of Water Pollution Control*. Nova Iorque, Columbia University Press, 1969.

- Guy, Harold P. "Sediment Problems in Urban Areas", Circular 601-E, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1970.
- HART, J. L. "Swampy Site Turned into a Prize Winner", *Civil Engineering*, Jun. 1973, pp. 82-84.
- HITMAN ASSOCIATES. "Reusing Storm Runoff", *Environmental Science and Technology*, (2): 1001-1005, 1968.
- JONES, JR. D. Earl. "Urban Hydrology: A Redirection", *Civil Engineering*, ago. 1967, pp. 58-62.
- "Where is Urban Hydrology Practice Today?", *Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, (97): 257-264, 1971.
- Richard (eds.). *Storm Water Management Alternatives*, Newark, Del., University of Delaware, Water Resources Center, 1980.
- KATZNELSON, Eliyu; BIRUM, Izhack & SHUVAL, Hillel I. "Risk of Communicable Disease Infection with Wastewater Irrigation in Agricultural Settlements", *Science*, (1974): 944-946, 1976.
- KOELZER, Victor A.; BAUER, William J. & DALTON, Frank E. "The Chicago Area Deep Tunnel Project", *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (41): 515-534, 1969.
- KORVEL, Thomas. *Quabbin: The Accidental Wilderness*, Lincoln, Mass., Massachusetts Audubon Society, 1981.
- LACEY, John A.; SMITH, William G.; LYNNARD, William G.; FINN, Robert M. & FINNEMORE, E. John. *Urban Storm Water Management and Technology: Update and Users Guide*, Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency SPA-600 8-77-014, 1977.
- LAZARUS, Timothy K. *Urban Hydrology: A Multidisciplinary Perspective*, Ann Arbor, Michigan, Ann Arbor Science Publishers, 1979.
- LEGAND, Harry E. "Management Aspects of Groundwater Contamination", *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (39): 1133-1145, 1964.
- LEONARD, Luna B. "Hydrology for Urban Land Planning - A Guidebook on the Hydrological Effects of Urban Land Use", Circular 554, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1968.
- Water: A Primer, San Francisco, W. H. Freeman, 1974.
- LEONARD, Luna B.; WOMAN, M. G. & MILLER, J. P. *Fluvial Processes in Geomorphology*, San Francisco, W. H. Freeman, 1964.
- LI, C. Y. "Sewerage Plan Involves Open Space Preservation", *Civil Engineering*, Jan. 1973, pp. 85-86.
- MAHDA, Vijaysinh U. & DEDECKER, Frank J. *Multi-Purpose Combined Sewer Overflow Treatment Facility*, Mount Clemens, Michigan, Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 1975.
- MALLOY, Charles W. & BOLAND, John J. "A Systems Study of Storm Runoff Problems in a New Town", In: *Water Resource Bulletin*, (6): 980-989, 1970.
- MCPHERSON, M. B. (ed.). *Hydrological Effects of Urbanization*, Paris, Unesco Press, 1974.
- NOTKADONATO, Frank & DORSEY, Arthur F. "Corps Takes New Approach to Flood Control", *Civil Engineering*, Jun. 1979, pp. 65-68.
- ONIST, A. "Ponding against the Storm", *Landscape Architecture*, (65): 388-390, 1974.
- PALTIKOFF, Robert E. "Alternatives to End-to-Pipe Treatment", *Civil Engineering*, Feb. 1977, pp. 49-51.
- PERKINS, Jose P. & KETANI, M. Ali. "The Control of the Water Cycle", *Scientific American*, Apr. 1973, pp. 46-61.
- PIAH, C. H.; HARVEYSON, H. G. & HEISLEY, G. M. "Precipitation and Runoff Water Quality from an Urban Parking Lot and Implications for Tree Growth", *Forest Service Research Note NE-253*, Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, 1978.
- FOKTER, Herbert G. "Better Storm Drainage Facilities at Lower Cost", *Civil Engineering*, Oct. 1973, pp. 67-70.
- "Better Ways to Finance Stormwater Management", *Civil Engineering*, Apr. 1981, pp. 67-69.

- _____. "Drainage Plans with Environmental Benefit". *Landscape Architecture*, (65): 391-393, 1974.
- RANTZ, S. E. "Urban and Flooding in Southern California". *Circular 601-B*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1970.
- REED, Sherwood; BASTIAN, Robert K. & JEWELL, William J. "Engineers Assess Aquaculture Systems for Wastewater Treatment". *Civil Engineering*, Jul. 1981, pp. 64-67.
- RICE, Leonard. "Reduction of Urban Runoff Peak Flows by Ponding". *Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, (97): 469-482, 1971.
- RICKERT, David A. & SPIEKER, Andrew M. "Real Estate Lakes". *Circular 601-G*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1971.
- ROBINSON, Charles Mumford. *Proposed Plans for the Improvement of the City of Denver*. Denver, Art Commission, 1906.
- SCHAEFFER, John R.; ELLIS, Davis W. & SPIEKER, Andrew M. "Flood Hazard Mapping in Metro-politan Chicago". *Circular 601-C*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1973.
- SCHNEIDER, William J. "Hydrologic Implications of Solid-Waste Disposal". *Circular 601-F*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1970.
- SCHNEIDER, William J. & GODDARD, James E. "Extent and Development of Urban Flood-plains". *Circular 601-J*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1973.
- SCHNEIDER, William J., RICKERT, David A. & SPIEKER, Andrew M. "Role of Water in Urban Plan-ning and Management". *Circular 601-H*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1973.
- SCHNEIDER, William J. & SPIEKER, Andrew M. "Water for Cities - The Outlook". *Circular 601-A*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1969.
- SEARN, Robert M. "Denver Tames the Unruly Platte: A Ten-Mile River Greenway". *Landscape Architecture*, (70): 382-386, 1980.
- SHOEMAKER, Joe & STEVENS, Leonard. *Returning the Platte to the People*. Denver, Greenway Foundation, 1981.
- SINTON, John W. *Charles River: An Urban River in its Changing Social Context*. Water Re-sources Research Center Publication No. 23. Amherst, University of Massachusetts, 1964.
- SMITH, Benjamin J. W. "Smoothen Waters for the Next 110,000 Years". *Landscape Architec-ture*, (65): 382-384, 1974.
- STONER, J. D. "Water Quality Indices for Specific Water Uses". *Circular 770*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey and Department of the Interior, 1978.
- TARK, Joel A. & McMILLAN, Francis C. "Historical Turning Points in Municipal Water Supply and Wastewater Disposal, 1850-1932". *Civil Engineering*, Oct. 1977, pp. 82-86.
- THOMAS, Harold E. & SCHNEIDER, William J. "Water as an Urban Resource and Nuisance". *Cir-cular 601-D*. Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1970.
- THOMAS, Richard E. "Land Disposal, II: An Overview of Treatment Methods". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (45): 1476-1484, 1973.
- THORPE, Jr., Jim. "Water Reclamation Provides Room for Expansion at the Bishop's Lodge". *Water Pollution Control Federation*, (45): 1476-1484, 1973.
- TOFFENBARE, T. J. "Land Application of Wastewater". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (48): 1180-1190, 1976.
- _____. "Land Application of Wastewater". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (49): 1087-1094, 1977.
- TOFFENBARE, T. J. & FARMAN, R. A. "Land Disposal of Wastewater". *Journal of the Water Pol-lution Control Federation*, (47): 1344-1352, 1975.
- TOURNIER, J. P., Toby & WESTMACOTT, Richard. *A Handbook of Measures to Protect Water Re-sources in Land Development*. Washington, D.C., Urban Land Institute, 1981.
- TOURNIER, J. P., Toby & WESTMACOTT, Richard (eds.). *Storm Water Management Alternatives*. Newark, Del., University of Delaware, Water Resources Center, 1980.
- TUCKER, Scott L. & DEGROOT, William G. "Regional Flood Plain Management". *Civil Engineer-ing*, Nov. 1976, p. 46.

- Urga, Anz. "Let's Consider Land Treatment Not Land Disposal". *Civil Engineering*, mar. 1976, pp. 60-61.
- U.S. Army Corps of Engineers. *Charles River, Massachusetts: Main Report and Attachment*. Waltham, Mass., Department of the Army, New England Division, Corps of Engineers, 1972.
- Sheel, William, Mass., Department of the Army, Corps of Engineers, primavera 1976.
- 1977 e 1978.
- Wallace Meljarg Roberts & Todd. *Woodlands New Community: Guidelines for Site Planning*. Filadélfia, WMRT, 1973.
- Woodlands New Community: An Ecological Inventory. Filadélfia, WMRT, 1974.
- Woodlands New Community: Phase One: Land Planning and Design Principles. Filadélfia, WMRT, 1974.
- Weibel, S. R.; Anderson, R. J. & Woodward, R. L. "Urban Land Runoff as a Factor in Stream Pollution". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (36): 914-924, 1964.
- Winkler, Robert. "Wasie Not Wastewater West: The Arcata Experiment". *American Forests*, (88): 38-53, jun. 1982.
- Whipple, Jr., W. & Hunter, J. V. "Nonpoint Sources and Planning for Water Pollution Control". *Journal of the Water Pollution Control Federation*, (49): 15-23, 1977.
- Williams, Gannett. "Washington, D.C.'s Vanishing Springs and Waterways". *Circular 752* Washington, D.C., U.S. Geological Survey, 1977.
- Werns, Douglas. "Storm Water Liability or Asset". *Environmental Comment*, nov. 1979, p. 3.
- Wright, Kenneth & Taggart, William C. "Recycling of a River". *Civil Engineering*, nov. 1976, pp. 42-46.

VEGETAÇÃO URBANA

A literatura se divide em cinco grandes categorias: a identificação das plantas urbanas mas comuns (Page e Weaver), os problemas que atingem as plantas urbanas (Roberts), o projeto e a administração da vegetação urbana (Grey e Dencke, e as publicações do U.S. Forest Service) e os valores econômicos e sociais da vegetação urbana (por exemplo, Schmidt). *Tree Ecology and Preservation*, de Bernatzky, talvez o livro mais abrangente, reve problemas comuns às árvores nas cidades e os métodos de administração e descree o efeito das árvores no clima e na qualidade do ar urbanos.

Allan, Mica. *Weeds: The Unbidden Guests in Our Gardens*. Viking Press, 1978.

Anderson, Edgar. "Man as a Maker of New Plants and New Plant Communities". In: Thomas, W. L. (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago, University of Chicago Press, 1956.

1969.

Asakura, John W. (ed.). *Trees and Forests for Human Settlements*. Toronto, Centre for Urban Plants, Man and Life. Berkeley e Los Angeles, University of California Press.

Forestry Studies, 1976.

Bangerter, E. B. "The Botany of the London Area". *London Naturalist*, (40): 6-16, 1961.

Barlow, Elizabeth. *The Forests and Wetlands of New York City*. Boston, Little, Brown, 1969.

Bates, J. M. "The Flora of a Neglected Door-Yard". In: *Asa Gray Bulletin*, (8): 58-63, 1900.

Bernatzky, A. *Tree Ecology and Preservation*. Amstela, Elsevier, 1978.

Bos, H. J. & Mol, J. L. "The Dutch Example: Native Planting in Holland". In: Laurke, Ian C. (ed.), *Nature in Cities*. Chichester, Engl., Wiley, 1979.

Boston Redevelopment Authority. *Boston Urban Wilds*. Sci. 1976.

- CALLAVAN, John C. & BUNGER, Tom P. "Economic Cost of Managing Street Trees on a Crisis Basis". In: ANDRESEN, John (ed.), *Trees and Forests for Human Settlements*. Toronto, Centre of Urban Forestry Studies, 1970.
- COLE, Lyndis & KEEN, Caroline. "Dutch Techniques for the Establishment of Natural Plant Communities in Urban Areas". (116): 31-34, 1974.
- COX, Jenny A. "The Green Ways of Stuttgart". *Landscape Design*, (110): 11, 1975.
- DAUBENMIRE, Rexford. *Plant Communities*. Nova Iorque, Harper & Row, 1968.
- _____. *Plants and Environment*. Londres, Wiley, 1959.
- FALK, John Howard. "Energetics of a Suburban Lawn Ecosystem". *Ecology*, (57): 141-150, 1976.
- FOSTER, Ruth S. "Roots: Carling for City Trees". *Technology Review*, (79): 29-34, julio-ago, 1977.
- GOODWIN, R. H. & NEIRING, W. A. "The Management of Roadside Vegetation by Selective Herbicide Techniques". In: *Connecticut Arboretum Bulletin*, (2): 4-10, 1959.
- GREY, Gene W. & DENREKE, Frederick. J. *Urban Forestry*. Nova Iorque, Wiley, 1978.
- HAMMERSCHLAG, Richard S. & PATTERSON, James. C. "Constitution Gardens: The Making of an Urban Park". In: *Manual of Site Management*. Reston, Va., Environmental Design Press, 1978.
- HARTMANN, Frederick. "The Chicago Forestry Scheme". *Natural History*, nov. 1973, pp. 72-73.
- HARRIS, Richard. *Arborealiculture: Care of Trees, Shrubs, and Vines in the Landscape*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1983.
- HILL, H., Michael & CHADWICK, L. C. "Shade Tree Evaluation Project". In: *Proceedings of the Forty-third International Shade Tree Conference*. Wooster, Ohio, Collier Printing, 1967.
- HOLTSINGER, Clark E. "City Forests of Europe". *Natural History*, nov. 1973, pp. 52-54.
- HOPKINS, George (ed.). *Proceedings of the National Urban Forestry Conference*. November 15-16, 1978. Syracuse, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1980, 2 vols.
- JEWELL, Linda. "Planting Trees in City Soils". *Landscape Architecture*, (71): 387-389, 1981.
- KAY, Jane Holtz. "The City Tree". *Horticulture*, out. 1976, pp. 22-30.
- KENNEDY, G. W. *The Wild Gardener in the Wild Landscape: The Art of Naturalistic Landscape*. Nova Iorque, Hafner, 1966.
- KOZEJ, P. C.; JANSEN, M. J. & HETTEL, G. P. "Which Trees Do Best in the City". *Ohio Report*, (63): 6-9, jan.-fev. 1978.
- LANFAIR, F. O. "Urban Vegetation: Values and Stresses". *Horisence*, (6): 332-334, 1971.
- LARSON, Joseph S. *Managing Woodland and Wildlife Habitat in and near Cities*. Amherst, University of Massachusetts Press, 1971.
- LAURIE, Ian C. "The Return of the Dutch Natives". *Landscape Architecture*, (64): 411-413, 1974.
- MANNING, Owen. "Designing for Nature in Cities". In: LAURIE, Ian C. (ed.), *Nature in Cities*. Chichester, Engl., Wiley, 1979.
- MAXWELL, Margaret. "The Fall of London's Trees". *Country Life*, (152): 382-384, 1972.
- MILLER, Howard C. (ed.). *Proceedings: Urban Forestry Conference*. Syracuse, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 1973.
- MEYERLEINACH, Viktor. "Along the Railroad Tracks, A Study of Adaptive Plants". In: *American Horticultural Garden Bulletin*, 57 (3): 10-18, 1969.
- NEIRING, William A. "The Ecology of Wetlands in Urban Areas". *Garden Journal*, (18): 177-183, 1968.
- NEIRING, William A. & GOODWIN, Richard H. "Creation of relatively Stable Shrubland with Herbicides: Arresting 'Succession' on Righis-of-Way and Pastureland". *Ecology*, (55): 784-795, 1974.
- OLMSTEED, Frederick Law. "Trees in Streets and Parks". *The Sanitarian Monthly*, set. 1882, pp. 513-518.
- PAGE, Nancy & WEAVER, Jr., Richard E. *Wild Plants in the City*. Nova Iorque, Quadrangle, 1975.

- PARKER, Phillip A. "Planting Strips in Streets Rights-of-Way: A Key Public Land Resource". In: ANDERSEN, John W. (ed.). *Trees and Forests for Human Settlements*. Toronto, Centre for Urban Forestry Studies, 1976.
- PERTS, Elbert. "Street Trees in the Built-up Districts of Large Cities". *Landscape Architecture Quarterly*, out. 1913, pp. 15-31.
- POWELL, E. P. "Hosetop Gardens". *Garden and Forest*, (5): 125-126, 1892.
- PROST, J. H. "City Forestry in Chicago". *American City*, (4): 277-281, 1911.
- _____. "Reforestation of a Great City". *World Today*, (19): 735-740, 1910.
- _____. "What Chicago is Doing for its Trees". *Garden Magazine*, (13): 18-20, 1910.
- ROBERTS, Bruce R. "The Physiology of Trees in and near Human Settlements". In: ANDERSEN, John W. (ed.). *Trees and Forests for Human Settlements*. Toronto, Centre for Urban Forestry Studies, 1976.
- RINE, Allan R. *Holland and the Ecological Landscape*. Stockport, Engl., Decauwiler Press, 1979.
- SARAKOUB, F., GERHARD, H. D. & LUTHE, S. (eds.). *Better Trees for Metropolitan Landscapes*. Symposium Proceedings. Technical Report NE-22. Upper Darby, Pa., U.S. Forestry Service, Northeastern Forest Experimental Station, 1976.
- SCHMID, James A. *Urban Vegetation*. Department of Geography Research Paper Nº 161, Chicago, University of Chicago, 1975.
- SHINSTONE, J. C. "The Flora of London Building Sites". *Journal of Botany*, (50): 117-124, 1912.
- SIEMERT, Hermann. "The Railway Track Triangle". *Natural Park: When Will They Ever Learn?*, *Amicus*, (21): 8-19, 1982.
- SODAROKO, William. "The City's Duty to its Trees". *American City*, (4): 131-134, 1911.
- SPEARS, F. W. "Vacant Lot Cultivation". *Charities Review*, (8): 74-107, 1868.
- STEARNS, Forest W. "Urban Botany: An Essay on Survival". In: *University of Wisconsin at Milwaukee, Field Stations Bulletin*, 4 (1): 1-6, 1971.
- SUKOFF, Herbert; LUME, Hans-Peter & KUNICK, Wolfram. "The Soil, Flora and Vegetation of Berlin's Wastelands". In: LAURIE, Ian C. (ed.). *Nature in Cities*. Chichester, Engl., Wiley, 1979.
- TREAGY, Rob. "Urban Woodlands". In: LAURIE, Ian C. (ed.). *Nature in Cities*. Chichester, Engl., Wiley, 1979.
- U.S. FOREST SERVICE. *Proceedings of the Conference on Metropolitan Physical Environment*. General Technical Report NE-25. Upper Darby, Pa., Northeastern Forest Experiment Station, 1977.
- _____. *Proceedings of the Symposium on the Role of Trees in the South's Urban Environment*. Athens, University of Georgia Center for Continuing Education, 1971.

VIDA SELVAGEM URBANA

A literatura sobre a vida selvagem urbana trata, em grande parte, do estudo de espécies individuais em lugares específicos: ocorrência, hábitat e comportamento. Os problemas da vida selvagem urbana, tanto das pragas como das espécies mais desejáveis, e as grandes questões sobre o seu gerenciamento são raramente examinadas. O pequeno volume de Gill e Bonnett é, de longe, a melhor introdução à vida selvagem urbana, ao ambiente urbano ao qual ela deve-se adaptar, aos seus problemas e ao seu tratamento. Suas recomendações de como os habitantes da vida selvagem devem ser criados na cidade são particularmente valiosas para arquitetos e planejadores. Recentes trabalhos em biogeografia (como o exemplificado pelo artigo de Forman) são de grande auxílio no gerenciamento da vida selvagem (por exemplo, Goldstein et al.). *London's Natural History*, de Pitter (1945), é um estudo clássico da vida selvagem urbana numa cidade específica. Seu valor reside não apenas em sua descrição de determinadas espécies, mas também na definição de habitats da vida selvagem urbana, desde os jardins até os reservatórios e parques. *Natural History of New York City*, de Kieran, é menos detalhado, mas

- de leitura especializada agradável, e sua descrição da vida selvagem urbana é aplicável a outras cidades americanas.
- BECK, Alan M. *The Ecology of Stray Dogs*. Baltimore, York Press, 1973.
- , "The Ecology of Urban Dogs". In: NOYES, John H. & POROUSKE, Donald R. (eds.), *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.
- BROWN, E. P. "The Bird Life of Holland Park: The Effect of Human Influence". *London Bird Report*, (26): 60-87, 1963.
- , "The Bird Life of Holland Park 1962-1963". *London Bird Report*, (28): 69-78, 1964.
- BRUSH, Robert O. "Wildlife Research Needed by Landscape Architects". In: SANBOL, Kenneth (ed.), *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- BURGESS, R. L. & SHARPE, D. M. *Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes*. Nova Iorque, Springer-Verlag, 1981.
- BURTON, John A. *The Naturalist in London*. Londres, Newton and Abbott, 1974.
- CAULY, Darrell L. & SCHUMMER, James R. "The Cincinnati Racecoons". *Natural History*, nov. 1973, pp. 58-60.
- DAGG, A. I. "Wildlife in an Urban Area". *Naturalist Canada*, (97): 201-212, 1970.
- DEGRAAF, Richard M. & PAVNE, Brian R. "Economic Values of Non-Game Birds and Some Urban Wildlife Research Needs". In: SANBOL, Kenneth (ed.), *Transactions of the Forty-second North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1977.
- DEGRAAF, Richard M. & WENTWORTH, James M. "Urban Bird Communities and Habitats in New England". In: SANBOL, Kenneth (ed.), *Transactions of the Forty-sixth North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1981.
- DEGRAAF, Richard M. & WITMAN, Gretchen M. *Trees, Shrubs and Vines for Attracting Birds: A Manual for the Northeast*. Amherst, University of Massachusetts Press, 1979.
- FITTER, R. S. R. *London's Natural History*. Londres, Collins, 1945.
- FORMAN, Richard T. T. "Interaction among Landscape Elements: A Core of Landscape Ecology". In: *Regional Landscape Planning: Proceedings of Educational Sessions, American Society of Landscape Architects*, 1981.
- FRANKIE, G. W. & KOELLER, C. S. (eds.). *Perspectives in Urban Entomology*. Nova Iorque, Academic Press, 1978.
- FURHMAN, Jerry W. & CROZIER, Edward S. *Planning for Wildlife and Man*. Washington, D.C., U.S. Fish and Wildlife Service, 1976.
- GIBBS, A. "The Bird Population of Rubbish Dumps". *London Bird Report*, (26): 104-110, 1963.
- GILES, R. N. *Wildlife Management Techniques*, 3. ed. rev. Washington, D.C., Wildlife Society, 1969.
- GILL, Don & BONNETT, Penelope. *Nature in the Urban Landscape: A Study of Urban Ecosystems*. Baltimore, York Press, 1973.
- GOLDSTEIN, Edward L.; GROSS, Meir & DEGRAAF, Richard M. "Explorations in Bird-Land Geometry". *Urban Ecology*, (5): 113-124, 1980-1981.
- , "Wildlife and Green Space Planning in Medium Scale Residential Development". *Urban Ecology*, no print.
- GUTH, Robert W. "Wildlife in the Chicago Area: The Interaction of Feeding and Vegetation". *Urban Ecology*, no print.
- HANKS, Steve H. "Options for Financing Water Development Projects". In: SANBOL, Kenneth (ed.), *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- HANKS, Steve H. "Options for Financing Water Development Projects". In: SANBOL, Kenneth (ed.), *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.

- MAJUMDAR, Melvin B. "Ecology of City Squirrels". *Natural History*, nov. 1973, pp. 61-61.
- HOUNSOME, Michael. "Biodiversity in the City". In: LAURIE, Ian C. (ed.). *Nature in Cities*. Chichester, Engl., Wiley, 1979.
- JENKINS, Robert. "Maintenance of Natural Diversity: Approach and Recommendations". In: SABOL, Kenneth (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- KIRKMAN, John. *A Natural History of New York City*. Nova Iorque, Fordham University Press, 1982.
- KIRKMAN, Eugene. *A Concrete Look at Nature*. Nova Iorque, Quadrangle, 1974.
- LEEDY, Daniel L.; MASTRO, Robert M. & FRANKLIN, Thomas M. *Planning for Wildlife in Cities and Suburbs*. Washington, D.C., Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, 1978.
- LOCKE, Louis N. "Diseases and Parasites in Urban Wildlife". In: NOYES, John H. & PORCULSKIE, Donald R. (eds.). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1973.
- NUPPS, Thomas D. "Theory in Wildlife Conservation and Management". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- NOYES, John H. & PORCULSKIE, Donald R. (eds.). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.
- LONGHURST, Dean P. "Wildlife Biologists' Involvement in the Planning Process". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- NOYES, John H. & PORCULSKIE, Donald R. (eds.). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.
- LONGHURST, Dean P. "Wildlife Biologists' Involvement in the Planning Process". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- REIZ, Gordon A. & PICKER, Dale A. "Flood Control and Wildlife Preservation in the Los Angeles Water Projects". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- SCHEINER, James R. & CALLEY, Darrell L. "The Ecology of Urban Raccoons in Cincinnati, Ohio". In: NOYES, John H. & PORCULSKIE, Donald R. (eds.). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.
- SHAFER, Elwood L. & MOELLER, George H. "Wildlife Priorities and Benefits: Now, 2000, and Beyond". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1974.
- SHAW, William W. "Meaning of Wildlife for Americans: Contemporary Attitudes and Social Trends". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1974.
- SHEFFER, John R. "Living with a River in Suburbia". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1974.
- SHOEMITH, Merlin W. & KOON, W. H. "The Maintenance of an Urban Deer Herd in Winthrop, Manitoba". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-second North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1977.
- STIMON, J. J. "More Wildlife for Urban America". *The Conservationist*, fev.-mar. 1970, pp. 2-7.
- SWEKITS, Karl & RADTKE, Robert E. "Enhancing Forest Wildlife Habitat through Diversity". In: SABOL, K. (ed.). *Transactions of the Forty-second North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1977.
- SOLMAN, Victor E. F. "African and Wildlife". In: NOYES, John H. & PORCULSKIE, Donald R. (eds.). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.

- STEARNS, Forest W. "Wildlife Habitat in Urban and Suburban Environments". In: SAROL, K. (ed.). *Transactions of the Thirty-second North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1967.
- THIEBART, R. J. P. "Urban Bird Problems". In: MURTON, K. K. & WRIGHT, E. N. (eds.). *The Problems of Birds and Pests. Symposia of the Institute of Biology*, n.º 17. Londres, Academic Press, 1966.
- THILLMAN, John H. & MONASCH, Walter J. "Wildlife as Inputs to Comprehensive Planning". In: SAROL, Kenneth (ed.). *Transactions of the Forty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1976.
- THOMAS, Jack & DICKSON, Ronald A. "Cemetery Ecology". In: NOYES, John H. & PORCUSKE, Donald R. (eds.). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.
- WHEELER, Alynne. "Fish in an Urban Environment". In: LAURIE, Ian C. (ed.). *Nature in Cities*. Chichester, Engl., Wiley, 1979.
- WILLIAMSON, Robert D. "Birds in Washington, D.C.". In: NOYES, John H. & PORCUSKE, Donald R. (eds.). *A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment*. Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974.
- WINTER, Warren R. & GEORGE, John L. "Role of Feeding Stations in Managing Non-Game Bird Habitats in Urban and Suburban Areas". In: SAROL, Kenneth (ed.). *Transactions of the Forty-sixth North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1981.
- ZISMAN, S. M. "Urban Open Space". In: TREFFLICH, James R. (ed.). *Transactions of the Thirty-first North American Wildlife and Natural Resources Conference*. Washington, D.C., Wildlife Management Institute, 1966.

ECOSSISTEMAS URBANOS

No início da década de 1970, a National Science Foundation patrocinou muitos estudos sobre modelagem de ecossistemas, sobre a interação do uso da terra e do meio ambiente e, em especial, sobre o ecossistema urbano. Muitas das fontes a seguir resultam desse patrocínio. *The Urban Ecosystem*, de Sicars e Montag, apresenta as descobertas e sugestões de um grupo interdisciplinar formado por pesquisadores das ciências naturais e sociais e profissionais de planejamento urbano e design. *Environment: A New Focus for Land-Use Planning*, de McAllister, é uma publicação da National Science Foundation, com relatórios de grupo de trabalho abordando a interação entre meio ambiente e uso da terra. O capítulo de Cooper e de Vlasen nesse volume é um resumo particularmente útil da aplicação de conceitos ecológicos ao planejamento urbano. Em outro capítulo, Holling e Ortins resumem a contribuição potencial de ecologistas ao planejamento urbano e identificam lacunas para pesquisa futura. Muitos trabalhos sobre ecossistemas ambientais têm sido realizados nas duas últimas décadas. O Holcomb Research Institute sintetizou a experiência norte-americana, e o volume editado por

- BLUM, S. L. "Tapping Resources in Municipal Solid Waste". *Science*, (191), 669-675, 1976.
- BRADY, R. F.; TOMIAS, Terry; FAGLES, Paul F. J.; OHMNER, R. J.; MICAK, J.; VEALE, Barbara & DORNEY, R. S. "A Topology for the Urban Ecosystem and its Relationship to Larger Biological and Landscape Units". *Urban Ecology*, (4), 11-28, 1979.
- CALKINS, Hugh H.; MARALE, Duane F. & PEQUER, Donna J. "Information System Support of Regional Environmental Analysis". In: *Regional Environmental Systems*. University of Washington, Department of Civil Engineering, 1976.

- Civil Engineering. "Chicago Reclaiming Strip Mines with Sewage Sludge". Sel. 1972, pp. 98-102.
- Cooper, William E. & Vlasen, Raymond D. "Ecological Concepts and Applications to Planning". In: McAllister, Donald M. (ed.). *Environment: A New Focus for Land-Use Planning*. Washington, D.C., National Science Foundation, 1973.
- Dorney, R. S. "Role of Ecologists as Consultants in Urban Planning and Design". *Human Ecology*, (1): 183-199, 1973.
- Evans, Francis C. "Ecosystem as the Basic Unit in Ecology". *Science*, (123): 1127-1128, 1956.
- Ferguson, Francis. *Architecture, Cities and the Systems Approach*. Nova Iorque, George Braziller, 1975.
- Friedmann, John. "The Future of the Urban Habitat". In: McAllister, Donald M. (ed.). *Environment: A New Focus for Land Use Planning*. Washington, D.C., National Science Foundation, 1973.
- Graham, Edward F.; Fowler, Franklin B. & Leone, Ida A. *Standardized Procedures for Planting Vegetation on Completed Sanitary Landfills*. Cincinnati, Municipal Environmental Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, 1982.
- Gooden, Michel & Fokman, Richard T. T. "Landscape Modification and Changing Ecological Characteristics". In: Mooney, H. A. & Gordon, H. (eds). *Disturbance and Ecosystems: Nova Iorque, Springer-Verlag*, 1982.
- Hortum Research Institute, Butler University. *Environmental Modeling and Decision Making: The United States Experience*. Nova Iorque, Praeger, 1976.
- Horning, C. S. & Orians, Gordon. "Toward an Urban Ecology". In: *Ecological Society of America Bulletin*, (52): 2-6, 1971.
- Markus, Melvin G. & Detwyler, Thomas K. "Urbanization and Environment in Perspective". In: Detwyler, Thomas K. & Markus, Melvin G. (eds). *Urbanization and Environment*. Belmont, Calif., Duxbury, 1972.
- Makarewicz, William J. "The Selling of Waste". *EPA Journal*, (7): 26-27, ago. 1981.
- McAllister, Donald M. (ed.). *Environment: A New Focus for Land-Use Planning*. Washington, D.C., National Science Foundation, 1973.
- Meyer, Richard L. "A Stable Urban Ecosystem". *Science*, (192): 962-967, 1976.
- Morris, David. *Self-Reliant Cities: Energy and the Transformation of Urban America*. San Francisco, Sierra Club Books, 1982.
- Nalavandian, M. Richard. "Some Public Health Aspects of Physical Planning for Human Settlements". 1982, mimeo.
- National Science Board. *Patterns and Perspectives in Environmental Science*. Washington, D.C., Government Printing Office, 1972.
- Oden, Eugene P. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, Saunders, 1971.
- Ott, Wayne K. (ed.). *Proceedings of the Conference on Environmental Modeling and Simulation*. Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency, 1976.
- Pikasky, Milton F. "Chicago's Northwest Incinerator". *Civil Engineering*, set. 1971, pp. 55-58.
- Schultz, Stanley K. & McShane, Clay. "To Engineer the Metropolis: Sewers, Sanitation, and City Planning in Late Nineteenth-Century America". *Journal of American History*, (65): 389-411, 1978.
- Sartin, William H. "Lead Contamination of the Roadside Ecosystem". *Journal of the Air Pollution Control Association*, (26): 753-766, 1976.
- Stearns, Forest & Montag, Tom (eds). *The Urban Ecosystem: A Holistic Approach*. Stroudsberg, Pa., Dowden, Hutchinson & Ross, 1974.
- Thomas, William A. (ed.). *Indicators of Environmental Quality*. Nova Iorque, Plenum, 1972.
- University of Washington. Department of Civil Engineering. *Regional Environmental Systems*. Seattle, University of Washington, 1976.
- Waring, Jr., George E. "The Disposal of a City's Waste". *North American Review*, (161): 49-56, jul. 1895.
- Wolman, Abel. "The Metabolism of Cities". *Scientific American*, mar. 1965, pp. 178-190.
- Woodwell, George M. "Toxic Substances and Ecological Cycles". *Scientific American*, mar. 1967, pp. 24-31.

- Alemanha, melhoria da qualidade do ar na, 84-86, 96-99; arborização urbana na, 84-86, 96-99
 Alfama, John T., 314, 208
 Algas, superprodução de, 153
 Alifor, 207
 Aligheeny, município de, Pensilvânia, des-
 lizamentos em, 111
 Alívio, ilhas no porto de Boston como, 30-31, 220
 Ambientualistas, disputas de, 193
 Amsterdã, Holanda, 216
 Amsterdã, Holanda, 36, 88, 216
 Anchorage, terremoto (1964), 108, 109
 Animais de estimação, 227-235; visões
 conflitantes de, 228; tipos de, 229
 Animais, *ver* vida selvagem; animais espe-
 cíficos
 Anora (cidade celestial), 300
 Apartamentos, edifícios de, 92-93, 108, 119
 Appleton Street (Boston), 85
 Aquedutos, 159-160; construção de, 40
 Aquíferos, 161, 181. *Ver também* água
 subterrânea
 Arcata, Califórnia: reconstrução de páua-
 no em, 276-277; recuperação da água
 em, 168
 Ar-condicionado, 56, 69-71, 100
 Acidentes aéreos, 233
 Acrópolis (Atenas), 125
 Aeroporto de Logan (Boston), 34, 233
 Aeroportos, como habitats de aves, 233, 240
 Afrodístias, problemas de lixo em, 17
 Afundamento dos solos, 105-106, 112, 115, 123-134, 260-261
 Água subterrânea: dependência das cidades
 da, 156-157; contaminação da, 29, 117, 155, 258; deslizaamentos e, 110-111; re-
 rada da, 105-106, 113-114. *Ver também*
 aquíferos; bacias de recarga
 Água, 145-186, 318; suprimentos auxilia-
 res de, 131; em Boston, 25-40, 156-157, 163-165; tempo de circulação da, 154-155; procura das cidades por, 29, 40-41, 157; contaminação disseminada pela, 118; efeitos da refrigeração da, 92; dimi-
 nução dos mananciais de, 155-158; es-
 bilidade do solo e, 26, 126-127, 260-261; ciclo hidrológico da, 29, 161, 260, 269, 275; mudanças de temperatura do
 solo, 80; desperdício de, 157. *Ver tam-
 bém* enchentes; águas subterrâneas
 Ailanthus altissima (gália), 200, 218
 Alabama, crateras em, 115
 Albany, N.Y., projetos para a vida animal
 em, 247

- Árves canoras, 243-245; renascimento das, 227, como símbolo, 237.
- Árctas de recarga, 133.
- Black Bay (Boston), 37-38, 44, 163, 191; acerto da, 33, 34, 35.
- Ballimore, Maryland, 41, 66; propriedades de, 33, 34, 35.
- 83; problema de vida selvagem em, 228.
- 232.
- Banco de dados, 279, 285, 300. *Ver também* informações.
- Banheteiros, uso da água e, 157.
- Baratas, 44, 227, 229.
- Baragens, 37, 148, 165, 173, no rio Charles, 171-172; no rio Nilo, 261; no rio South Platte, 177.
- Bath, Inglaterra, deslizamentos de solo em, 131.
- Beacon Hill (Boston), 31, 34, 35, 195.
- Belhamy, Edward, 304.
- Bendall's Cove (Boston), 32.
- Bendishian (Amsteiveen, via de servidão de via expressa), 217.
- Berlim, Alemanha, 157; parques na, 237.
- vegetação na, 43, 217-218.
- Bernatzky, A., 323.
- Berry, Brian J. L., 304.
- Betz, Frederick, 314.
- hícticas, 88, 100.
- Biogeografia, 240.
- Bioma urbano, cultivo do, 203-225.
- Bishop's Lodge (Novo México), 169.
- Blake, Nelson M., 318.
- Blocos com grama, pavimentação de estações com, 96, 99, 167.
- Bloomsbury Square (Londres), 212.
- Bocheim, James G., 314.
- Bolonha, Itália, 89.
- Botões de sol, 91-92.
- Bolt, B. A., 314.
- Bonatti, Penelope, 325.
- Bordes, 43, 195, 198, 205.
- Bordes-noruegueses, 43, 195, 198.
- Bos Park (parque florestal), Holanda, 215.
- Boston, baía de, 30-31.
- Boston Common, 34, 40, 42, 44, 191; van-dalismo, 196-197.
- Boston, Mass., 26, 29-45, 304; cemitérios em, 44, 238, 242, 243; no período colonial, 30-33, 35-37; hortas comunitárias em, 136-137; domesticação da flora e da fauna em, 41-44; terremotos em, 35.
- Árves nos Vales (Boston), 173-174.
- Árves selvagens, 20, 51. *Ver também* áreas selvagens urbanas.
- Áreas selvagens urbanas, 43, 204, 214-220; na cidade celestial, 298; uso eficiente de energia em, 275; "descoberças", 218; nos Estados Unidos vs. Europa, 217.
- Árcia, como recurso, 116.
- Artísticos, 143.
- Armazenamento de alimentos e pragas, 227, 229, 233.
- Arnold Arboretum (Boston), 42, 190.
- Arranha-céus, fundações rochosas de, 28.
- Arctais, vias, 83, 85-88, 89.
- Árvores, 189-201, 207-214; considerações estéticas para, 197-201; conjuntos de, 212; custo das, 209; doenças das, 198, 225; ameaça do habitat às, 193-197; na melhoria da qualidade do ar, 86-87, 98-99; assassínio de, 189-191, 196, 198, 209, 221, 225; tempo de vida de, 189, 193; manutenção das, 95, 190-191, 198, 208-209; modelos modernos de plantio de, 196, 209-211; nativas vs. exóticas, 42, 217-218; plantadas em galerias, 262; preservação vs. administração, 195; caráter sagrado das, 203; seleção de, 204-205, 208-209; corte seletivo de, 192; ruas, 195; evolução urbana e, 207-208; vandalismo e, 196-197; problemas de concêntricos de vento resolvidos por, 93, 95.
- Asfalto, 32, 92, 96, 97, 99, 116.
- Associação do Centro de Dayton, 95.
- Assua, barragem, fiasco da, 261.
- Aéreo: instabilidade de, 35, 115; problemas vs. oportunidades criadas por, 34-36; elementos químicos nos, 258.
- Atlantic City, N. J., 155.
- Audubon Society, 192.
- Austin, Texas, irralamento de esgotos em, 168.
- Autismos: poluição do ar e, 56, 61, 71-72, 76, 79, 82, 255, 260, 262; alienação, 51-52; cecosistias, 51-52; em vias arteriais, 85-86; na cidade celestial, 236; em áreas de expansão urbana (subúrbios), 51-52; em vias locais, 83-84; custo social dos, 262.
- Avenidas, 208.

- 107; prevenção contra enchentes em, 163-165, 171-175; relevos glaciais em, 30-31; Departamento de Saúde em, 38; aterro em, 32-35; níveis de chumbo no solo em, 118; Boston, Comissão de Estudos Metropolitanos em, 268; intercolônias em, 75; novas formas de relevo em, 32-36; processos naturais em, 150-191, 199-200; como porto, 31-32; forma radial de, 31; sistema de drenagem das águas pluviais em, 37; árvores de ruas em, 195-196; agrupamentos de árvores em, 212; terra não ocupada em, 31; áreas agrícolas urbanas em, 204; problemas de águas em, 36-40, 157; construção de aterradouros em, 32; vida selvagem em, 43-44, 233, 239, 243-245; como a "Cidade dos Ventos", 45, 74; Borelidae, Colorado, 167. *Boulevard*, 207-208. *Bridenbaugh*, Carl, 196. *Brunson Instrument Company*, 135. *Buffalo*, Nova Iorque, 62, 96. *Buttenhof (country garden)*, Delhi, 215. *Cadeia alimentar*, 238. *Cadmo*, níveis de, 154. *Cães*, 228, 240; soltos, 43-44, 227, 231-232; como amuletos para a saúde, 152, 232; densidade da população de, 229; Calçadas de vias coletoras, 88; em *woonsey*, 84. *Calçadões*, 89. *Calicut* como material de construção, 28, 125; dissolução de, 115; mineração de, 134. *Califórnia*: Departamento de Conservação da, 138; Plano Diretor de Geologia Urbana para, 138. *Califórnia*, Universidade da, 100, 213. *Calor* dos resíduos, aproveitamento de, 275-276. *Calor*, problemas de: nas cidades, 56, 67-68; fontes de, 67-68. *Cambridge, Massachusetts*, 72. *Campanio*, Iialo, 289. *Campanio*, 21, 51, 304; cidades interligadas com o, 45-46; futuro do, 290; ilusão da fuga para o, 290; mudança de temperatura no, 67-69, 79-80. *Canterbury*, crescimento de árvores em, 196. *Caranijós*, larvas da esquistossomose, 261-262. *Carapino*, Jérôme, 304. *Carvão*, extração de, 135; como poluente, 58, 75. *Cascalhos*, recursos de, 116. *Celebração da Água* (1848), 40. *Cenitérios*, vida selvagem nos, 14, 238, 242-243. *Cenotial Park* (Denver), 178. *Central Park* (Nova Iorque), 28, 42, 192. *Central Square* (Cambridge), 72. *Chadwick*, George F., 304. *Chandler*, T. J., 309. *Charles*, barragem do rio, 165, 172. *Charles*, no, 38-39, 165, 171-172, 174, 243. *Charles Street* (Boston), 195. *Charleston*, Carolina do Sul, 150; terreno-los em, 107. *Charlotte*, Carolina do Norte, 154. *Chaifield*, barragem de, 177. *Chestnut Park* (Filadélfia), 171. *Chicago*, canal de drenagem, 155. *Chicago*, Esquema Floreal, 221. *Chicago*, Illinois, 61; Departamento Florestal em, 221; decadência dos parques em, 199; oitos em, 198, 221; enchentes em, 165; reciclagem de resíduos em, 276, 278; poluição da água em, 155-156, 165-167. *Chock*, Alfred W., 309. *Chumbo*, 56, 61, 76; no ar das vias arteriais, 86; no solo, 117-119, 138. *Chuva ácida*, 290. *Ciclos de nutrientes*, 260, 269. *Cicloviários*, 178. *Cidade Circular* (conservação urbana), 52. *Cidade do México*, problemas ambientais na, 26, 59, 105, 112, 261; afundamento do solo na, 133. *Cidades*: abandono de, 51, 265, 290-294; vistas aéreas de, 19-20, 283; antigas vs. modernas, 21, 28-29, 76, 77-78; história

- Colônia, Alemanha, 47: plano do século XVI, 46.
- Colômbia, Maryland, 49: vida selvagem em, 238, 246.
- Comissão de Desenvolvimento do Rio Platte, 175, 177, 284.
- Comissão do Distrito Metropolitano (Boston), 191.
- Comissão de Esportes Metropolitano (Boston), 268.
- "Com-Pro" (composto), 222.
- Commonwealth Avenue Mall (Boston), 190-191.
- Composto, esgoto como, 276-277.
- Concreto, 32, 92, 116.
- Confluence Park (Denver), 177-178.
- Conforto humano, 81-82: em parques e praças, 89-92: requisitos para, 82.
- Congresso dos Estados Unidos, 172.
- Connecticut College Arboretum, 216.
- Connecticut, rio, 41.
- Conselho de Qualidade Ambiental dos Estados Unidos, 154, 308, 318.
- Conservação: de energia, 69-70, 79, 99, de minérios, 135: da água, 167-183, 296.
- Consolidated Freightways, 167.
- Consultas urbanas, 50-52.
- Cooper, William E., 328.
- Copenhague, Dinamarca, 88-89.
- Copley, John Singleton, 34.
- Corpo de Engenheiros do Exército, E. U. A., 39, 171-172.
- Corporação Mitchell de Desenvolvimento e Energia, 180.
- Corredores de tráfego, na cidade celestial, 236: como habitat da vida selvagem, 245, 249.
- Corrúptas subterrâneas, 146.
- Crescent, Camden (Bath), 131.
- Criptococcos, 231.
- Crise econômica, qualidade do ar nos tempos de, 76.
- Custos, 75, 96, 116: do controle das enchentes, 171-172: dos riscos ecológicos, 106, 112, 132-133: estética da paisagem em, 197-201: dos gramados, 263: dos parques, 26, 42, 76, 92, 178, 190-193, 199-201, 216: das árvores, 209-210: da renovação de cidades antigas, 25: do problema do lixo, 255-259: do manuseio da vida animal, 228, 234.
- Cyrlia (cidade celestial), 296.
- Cólera, epidemias de, 152, 165, 259.
- 109-110, 128-131.
- lhados em 179: atividades físicas e, 35.
- Códigos de Obras, 99, 123: projeto de, Coates, Donald R., 314.
- contra no, 154.
- Cloro: resíduos perigosos e, 258: prós e contras no, 167-168.
- Clinton, rio, 167-168.
- forte humano.
- ilha de calor e, 67-71. *Ver também* con-
- do, 44, 56: características urbanas e, 57: como clima temperado, 43: transformação e, 198-199: plantas comuns a cidades microssistemas, 71-75, 89-92, 99: parques e, 64-65: enchentes e, 148-149.
- baixa no, 77, 92-100: poluição do ar e, 67-75, 207: adaptação da forma ur-
- Cleópatra, Agulha de (Nova Iorque), 58.
- City in History, The (Mumford), 303.
- City Hall Plaza (Boston), 74-75, 304.
- Cities in the Wilderness (Bridenbaugh), 304.
- Cities in Kewell (Bridenbaugh), 304.
- Cities and Geography (Leggett), 314.
- guaxinins em, 230.
- Cincinnati, Ohio, 96: população de Cigarros, ceticismo sobre a saúde, 60.
- 246, 275.
- Cidades novas, 49, 51, 160-161, 179-183.
- Cidades-jardim, 49.
- Cidades Invisíveis (Calvino), 289.
- Cidades em vales, inversões em, 64-65, 96.
- comuns às, 28.
- Cidades da costa leste dos EUA, padrões temas de água das, 159-160.
- problema dos resíduos nas, 116-117: sis-
- 77-78: a natureza incorporada às, 125.
- modernas comparadas às, 21, 28-29, 76.
- para cidades modernas, 289-290: cidades 77: declínio das, 105: como modelos Cidades antigas: adaptações climáticas das, 289-301.
- sões do futuro das, 289-301.
- transformação da natureza, 20, 30-45: vi-
- 26: como parte da natureza, 20-21: como como modelos para as novas cidades, 25-
- da 26: natureza e, 21, 25-52: antigas, 45-47, 136: monoclonia das novas partes infernal, 253-265, 290-294: medievais 314-318: como jardim de granito, 19-21: nas, 307-308: geologia das, 30, 105-141,
- 49, 51: fontes gerais sobre a natureza visões fragmentadas de, 259-265: jardim, e teoria de, 303-304: celestial, 294-301:

- Elementos químicos, tóxicos, 152-155, 230, 254, 258-259; nas áreas não urbanas, 290; no esgoto, 277.
- Eleirometlicos, uso da água e, 157.
- Emerald Necklace (sistema de espaços livres em Boston), 163, 190-192.
- Enchentes, 26, 34-35, 38, 105-106, 145; aumento de, 146-150; prevenção de, 26, 38, 146, 148, 160, 162-167, 171-183, 260-261, 275, 284, 299.
- Encrsta, 81, 254-255; conservação de, 69, 79, 99-100; em projeto de ecossistema urbano, 268-274; uso eficiente do, 271-275; transporte e, 273.
- Engenhheiros florestais, 192.
- Environment* (McAlister, ed.), 328.
- Epidemias, 152, 259.
- Erosão, 32, 147, 261.
- Ervas daninhas, 197, 206.
- Escândalos das Fontes de Água, 291-292.
- Esgoto: produzido pelo habitante médio da cidade, 255; tratamento do, 38, 152, 167, 169, 222, 259.
- Esgotos, 146, 147, 165, 191; transbordamento dos, 168; como corredores de ramificação, 230; árvores plantadas em, 261; renovação dos, 179.
- Espaco subterrâneo, 136.
- Espacos livres: e qualidade do ar, 97-99; como sistemas abrangentes, 268-269, 275, 279-287; e controle de enchentes, 180; e vegetação, 203-204; como habitat da vida selvagem, 246. *Ver também* projeto paisagístico.
- Esqulitos, 228; destruição causada por, 233-234; habitats de, 230; realocação dos, 234.
- Equilíbrio (bilharzose), 261-262.
- Estabilidade dos ecossistemas, 270.
- Estacionamentos, 93, 115, 191; na prevenção de enchentes, 167, 179; plantio de árvores em, 95; blocos de grama, 96-97, 99.
- Estados Unidos: cidades-jardim nos, 49; uso *per capita* de água nos, 156-157; uso de areia e cascalho nos, 115-116; imagens de saúde dos, 50; árvores indicadas para a arborização viária nos, 198; matas urbanas nos, 216.
- Estética da paisagem, 197-201.
- Estocoma, Sudeia, 89.
- Evelyn, John, 58, 77.
- Fábricas, Richard, 43.
- Fábricas, como animais de estimação, 227, 229.
- Fábricas, Michael, 151.
- Fábrica, 152, 167, 268.
- Fábrica (Parque de Boston), 38-39, 48, 163-165, 190-191, 290; estacionamentos em, 191; plano para, 163-164.
- Ferrovias, 32, 246; alerros facilitados por, 34, 37.
- Fúzes de cães, 232.
- Fidelita, Pennsylvania, 26, 61, 189, 207, 233; edifícios de alvenaria na, 28, 125, 233; edifícios de cães na, 232; parques na, 153-154, 213, 232; vias marginais na, 212; projetos de sistemas de esgotos em, 277, 284; árvores em praças da, 213.
- Washington comparado a, 28, abastecimento de água em, 156.
- First National Bank (Boulder), 167.
- Fitter, R. S., 325.
- Fleming, Robert W., 314.
- Florestas, 26, 204; na cidade celestial, 297, 298; colônias de, 42; urbana, 190, 192, 204, 207, 221-223.
- Fonte linear, de poluentes atmosféricos, 79.
- Fonte scorial, de poluentes do ar, 79.
- Fontes pontuais: de poluentes atmosféricos, 78-79; de poluentes das águas, 162.
- Foothill College (Los Alamos), 170.
- Forman, Richard T. T., 325.
- Fossas, 106, 111, 156.
- Fotografia aérea, 19-20.
- Franga, arborização urbana na, 208.
- Franchises, 44, 227-228, 243, habitats dos, 230, 233, 239; acidentes de avião e, 233.
- Frankfurt, Alemanha, 26, 86.
- Franklin, Benjamin, 156.
- Franklin Park (Boston), 42, 190, 199-200.
- Frog Hollow Park (Denver), 178.
- Fundação Caminho Verde do Rio Plate, 178, 284.
- Fundo de pesquisa, declínio dos, 265, 283-284.
- Furacões, 148.
- Galvoas, 44; habitats das, 230, 233, acidentes aéreos e, 233.
- Galícias, 262.
- Gansos, Canadá, 233.
- Gardenific, 277-278.
- Gás metano, 133, formação e perigos do, 117.
- Gatos, como animais de estimação, 227, 229.

- Geology and the Urban Environment* (Lewesson), 314.
- Geração de energia elétrica pela água vs. saúde pública, 36-39.
- Gestão da água, 159-186; na cidade celestial, 296; plano abrangente para a, 183-186; conservação na, 167-183, 296; recuperação na, 167-168, 276.
- Givoni, B., 309.
- Goldstein, Edward L., 325.
- Governo: qualidade ambiental e, 264; nas cidades infernais, 292; apoio às pesquisas contado pelo, 265, 283-284.
- Grã-Bretanha, 44, 74; cidades-jardim na, 49; vias locais na, 83-84; modelo do parque pastoral na, 199.
- Gramma, pesquisas sobre, 223-224.
- Gramma, bairros-cidadãos, 198-200; custo social dos, 264. Ver também grama.
- Grande Terremoto de San Francisco (1906), 35, 106, 108-109, 128, 131.
- Granito, como material de construção, 32, 125.
- Gravidade, força da, 126-127.
- Grécia antiga: jardins da, 45; projeto urbano da, 28, 290.
- Greenacre Park (Nova Iorque), 92.
- Greenbelt (Maryland), 49.
- Greenway (Denver), 175-178, 284.
- Grey, Gene W., 323.
- Guximins, 230-231.
- Guerrilheiros Verdes, 136.
- Guy, Harold P., 314.
- Guyot, A., 309.
- Haarlem, Holanda, 216.
- Habitat humano, 301.
- Habitats, 205; contínuos vs. descontínuos, 241; projeto de, 237-249; fragmentação de, 231; simulação dos, 204-205; tamanho e forma dos, 239-240, 243; viabilidade dos, 241-246.
- Haita, Holanda, 216.
- Hart's Point (Washington, D.C.), 199.
- Hammurabi, 120.
- Handbook of Measures to Protect Water Resources in Land Development* (Toubier e Westmacott), 318.
- Harbor Islands State Park (Boston), 31.
- Hartshorn, Pensilvânia, problemas ambientais em, 26, 148.
- Harvard University, problemas de Dayton estudados pela, 93-96.
- Hausman, barão Georges, 208.
- Hayward, falha de, 109.
- Hazlett, W. C., 304.
- Hidroológico, ciclo, 29, 161, 260, 269, 275.
- Hilo, Havaí, 109.
- Hipócrates, 150.
- Histioplasmose, 231.
- History of Urban Form* (Morris), 304.
- Holanda: desaparecimento da paisagem na, 214; recuperação da terra na, 36, 115, 214-215; vegetação como recurso na, 43, 214-216; arborização viária na, 208; *wonenven* na, 84.
- Holcomb Research Institute, 328.
- Holling, C.S., 328.
- Hong Kong: problemas ambientais em, 26; hortaliças, absorção de chumbo por, 138.
- Houston, Texas, 26, 183; aquíferos sob, 181; afundamento do solo em, 112.
- Howard, Ebenezer, 49, 304.
- Humboldt State University (Universidade Estadual de Humboldt), 277.
- Hutchinson, Boyd A., 309.
- Hyde Park (Londres), 237, 238, 241.
- Idade Média: animais na, 228, 237; ligação entre campo e cidade na 45-47; jardins na, 136.
- Illa de calor, 67-71.
- Illa de calor urbano, 67-71; mini, 69; forma urbana e, 69, 272.
- Incêndios após terremotos, 128.
- Índice-padrão de Poluentes (Pollutant Standard Index - PSI), 61-64.
- Indústria: familiar, 100; poluição da água pela, 153-154, 162; água usada por, 157-158.
- Informação, 265, 279-285; disponibilidade da 125-126; e cidade celestial, 300; e computadores, 268, 283, 285; fontes de, 283-284; tipos de, 101, 141, 184-185, 223-224, 248, 285-286; atualização de, 268; valores da, 268-279.
- Informações, sistemas, 268, 279-285.
- Insetos, sobrevivência dos, 238-239.
- Instituto dos Arquitetos dos Estados Unidos, 131.
- International Dayton Line, 96.

- Inversões térmicas, 61-66, 79; locais, 72, 89; em Stuttgart, 65, 96, 98; ilha de calor, 69; em cidades nos vales, 65, 96; com irradiação, 170-171, 191, 262; instabilidade do solo causada por, 106, 111; recuperação da água usada para, 169.
- Jamaica Bay (Nova Iorque), 218
- Japão, 44; Ministério da Construção do, 140; terremotos no, 108, 127; aterros no, 35, 115; prevenção de riscos geológicos no, 140
- Jardins, 21, 45-48, 88, 137-138, 295; dispersão dos, 136; nas cidades antigas e modernas, 45-46, 137, 203; na cidade eclesiástica, 295; em palácios, islâmicos, 170; chumbo no solo de, 118-119, 138; telos, 99, 213, 295; seleção de hortaliças para cultivo em, 136; irrigação dos, 157; atração da vida selvagem para os, 230
- Jardins ibero-islâmicos, 170
- Jerusalém, 125; hionas em 207; forma urbana de, 28, 125
- Kahn, Louis, 213
- Kahncree Park, 213
- Kansas City, Missouri, espaço subterrâneo em, 134-135; vida selvagem em, 238, 247
- King of Prussia, Pensilvânia, 155
- Knowles, Ralph, 309
- L'Enfant, Pierre Charles, 27
- Lafayette, Indiana, 96
- Lafayette Park (Washington, D.C.), 233-234
- Lagos: poluição dos, 154-155, 262; recuperação da água nos, 168
- Landsherg, Helmut E., 309
- Laureie, Ian C., 308
- Leggett, Robert F., 314
- Lei das Zonas de Riscos Geológicos, EUA (1972), 127
- Lei de Diminuição da Fumaça (Londres, 1273), 56-57
- Lei de Proteção e Pesquisa de Sanitários Marinhos (EUA, 1971), 277
- Leicester, Inglaterra, como uma ilha de calor urbano, 69
- Leopold, Luna B., 318
- Leveson, David, 314
- Lewis, Philip H., 50
- Lindem, Allée (Berlim), 208
- Linhas de queda, 28
- Lixo, 31, 117, 256, 267-268; como aterro, 34, 115; problemas de pragas e, 227, 230, 234
- London's Natural History* (Fitter), 325
- Londres, Inglaterra, 157, 304; poluição do ar em, 56-58; melhoria da qualidade do ar, 77, 88; parques em, 237-238, 241; curvas de temperaturas em, 68; grupos de árvores em, 212; como ilha de calor em, 68-70; poluição da água em, 151, 153, 231; vida selvagem em, 44, 229-230, 237-238, 241, 245
- Long Beach, Califórnia, afundamento do solo em, 112-113, 133
- Los Altos, Califórnia, 170
- Los Angeles, Califórnia, 26, 41, 218; poluição do ar em, 44, 55, 59, 61, 64, 66, 254; prevenção das enchentes em, 167; desastres em, 111, 131-133; recargas das bacias em, 133; árvores em, 207; suprimento de água de, 155, 157; vida selvagem em, 238
- Louisburg Square (Boston), 212
- Louisville, Kentucky, estúdios perigosos em, 258
- Love Canal, tragédia de, 258
- Louis XIV, rei da França, 208
- Lynch, Kevin, 304
- Macieiras, segurança dos pássaros em, 245
- Madison Avenue (Nova Iorque), projeto de, 89
- Making of Urban America* (Reps), 304
- Man and Nature* (Marsh), 307
- Man's Impact on Environment* (Deweyler, ed.), 307
- Man's Role in Changing the Face of the Earth* (Thomas, ed.), 307
- Manual de Critérios de Drenagem das Águas Fluviais Urbanas*, 172-173
- Máquinas a vapor, operações de aterro-faltadas por, 34, 37
- Marcus, M. G., 308
- Marés, aproveitamento da força das, 36
- Marshall, George Perkins, 307
- Massachusetts, Colônia da Baía de, 30, 36
- Massachusetts, Divisão de Pesca e Vida Selvagem, 172
- Massachusetts, Institute of Technology (MIT), 94

- Massachusetts, Universidade de, 136.
Materiais de construção, 27, 31-32, 116, 92.
pedra local como, 28, 125; microclima e, 92.
McAlister, Donald M., Madison, Wisconsin, 328.
McAlister, James, 149.
Michigan, lago, 155, 165.
Michigan, poluição da água em, 167-168.
Microclimas, 71-75; em Stuttgart, 99.
Mill, barragem de (Boston), 38.
Mill, Corporação do Lago, 34.
Mill, lago (Boston), criação de, 36; acesso do, 33-36.
Mineracão, 277-278.
Mineração, 115-116, 134-135; instabilidade do solo e, 114; recuperação de áreas de, 276-278.
Minneapolis, Minn., 198.
Mistéria na cidade infernal, 291-294; uso da rua e, 83; ilha de calor urbano e, 70-71; abastecimento de água e, 160.
Missouri, terremotos em, 107; vida activa em em, 238, 247.
Mitchell, George, 180.
Modelos de computador, em estudos ecológicos, 280-283.
Modelos de sistemas naturais, 280-283; escalares, 93-94.
Monóxido de carbono, como poluente, 55-56, 58-59, 61, 62, 72, 74, 76, 86.
Monroe, La., 150.
Montag, Tom, 328.
Montclair, N.J., 135.
Montgomery, município de, Maryland, 147.
Mortuários da cidade, requisitos distintos dos, 255-256; natureza como interesse dos, 52.
Morr, Sir Thomas, 47, 49, 304.
Mortis, A. E. J., 304.
Mortes; poluição atmosférica e, 58, 65; por cólera, 152, 259; por terremoto, 106-107, 109-110, 120; efeitos da reforma cívica sobre, 268; por enchentes, 149; por ondas de calor, 56, 67-70.
Mount Auburn, cemitério de (Boston), vida das de calor, 56, 67-70.
Mount Vernon, 195.
Mount Vernon Street (Boston), 195.
Movimento do ar; conforto e, 81; relações entre a superfície do solo e os obstáculos à velocidade do, 80-81; em Stuttgart, 96-99. *Ver também* ventos.
Mudança incremental; efeitos cumulativos de, 254-255; problemas ambientais e, 27, 100, 102, 254-255.
Mudança genética, resíduos tóxicos e, 152, 257-258.
Muddy, rio, 32, 163, 165, 191.
Mumford, Lewis, 303.
Muros de cidade, 45-47, 51, 207; e a separação do campo, 51-52; subúrbios como, 51; e avenidas arborizadas, 47, 208.
National Science Foundation, EUA (NSF), 328.
Natural History of New York City (Kieran), 325.
Nature in Cities (Laurie, ed.), 308.
Natureza cidade e, 25-52; cidade vs., 21; interesses dos moradores das cidades pela transformação humana da, 20, 30-35; abordagem sustentável vs. armazena-mento auto-regenerativa da, 198-201, 214-220, 254, 274; preservação vs. 287; confiança na, 253.
Neposet, aquífero, 41.
Niagara Falls, N.Y., problemas ambientais em, 26, 256, 258.
Nichols, Donald R., 314.
Nímes, aquedutos de, 159.
Níve, parque público em, 45, 203.
Níveis de bactérias, na água potável, 154.
Normas para a Terraplenagem em Los Angeles, 132-133.
Nova Iorque, Cidade de, 217; população caíam na, 232; problemas ambientais na, 26, 41, 55, 61, 88-90, 156-157, 254, 256, 268; processamento de lixo na, 256, 268; agudamente na, 136; ondas de calor na, 70; mudanças incrementais na, 26, 99; contribuições naturais para a forma, 26, 99.

- na urbana da, 28; parques na, 28, 42, 78, 89-92, 100, 192, 217; projetos de ruas na, 88-89; poluição da água na, 156-157, Nova Iorque, Estado de, Departamento de Conservação de Energia em, 246.
Nova Orleans, L.A., 41; poluição da água em, 154.
Novo México, tratamento de esgotos no, 169.
"Of Cuyville and Uncyville Life" (Hazell, ed.), 304.
Ohio, Projeto de Árvores de Sombreamento, 209.
Ohio, rio, 258.
Ohio, Secretaria de Agricultura, 278.
Ohio, Departamento de Recursos Naturais de, 192; reciclagem de resíduos em, 278.
Okie, T. R., 309.
Olney, Aladar, 309.
Olive New Hospital (San Fernando), 110.
Olmos, 196, 198, 221, 225.
Olmsted, Frederick Law, 38-39, 48, 163, 165, 199, 268, 290; presença de, 192; recuperação de recursos defendida por, 275.
Olmsted, 209.
Omaha, Nebraska, 154.
Oniferos, prevalência de, 219.
Organismos patogênicos, doenças transmitidas pela água e, 152, 261-262.
Orlans, Gordon, 328.
Orr, Wayne R., 328.
Óxido de nitrogênio, como poluente, 56-61.
Ozônio, como poluente, 56-61, 76.
- Page, Nancy, 323.
Paley Park (Cidade de Nova Iorque), 78, 89-92, 170; como modesto projeto, 100; plano do, 90-91.
Pardis, 44, 227, 243, habitats de, 210, 239.
Paris, França, 125, 304; arborização das ruas de, 208.
Park and Town, Ihe (Chadwick), 304.
Parques, 19, 21; apropriação de terras nos, 192, 201; na cidade celestial, 295-298; e na cidade circular, 52; como ecossistema "fechado", 273-274; confortáveis, 89-92; declínio dos, 42, 190-193; no centro vs. periferia, 213-214; uso de concreto nos, 273-274; estoque das águas das chéias, 273-274.
- Pennsylvania Avenue (Washington, D.C.), 209-210.
Pennsylvania, Universidade da, 210.
Pensilvânia, afundamento do solo na, 114.
Peewarden, A. J., 309.
Peres, jardins, 170, 237, plantio de árvores nos, 203; sistemas de águas dos, 159-160.
Pescaçarias urbanas, 247.
Pesquisa de grama, 222-223.
Peterson, James T., 309.
Petroleo, como poluente, 59.
"Phitorganic", 277.
Phoenix, Arizona, 135; problemas de água em, 41, 148.

- ladrão, 71-72; ao longo das ruas e rodovias, 82-89, 99; vida selvagem em, 228; condições do vento e, 66-67, 72-73, 79-81, 88, 96.
- Polluição: custos da, 255-259; abordagem fragmentada da, 260; apatia pública e, 259; do solo, 116-119, 138, 253-254; em ecossistemas urbanos, 269-271. *Ver também* poluição do ar; poluição da água.
- Pombos, 44, 227-228; hábitos de, 230, 239.
- Porcos, problema dos, 43, 232.
- Portland, Oregon, 61.
- Portola Valley, Califórnia, 128.
- Pragas: confortáveis, 89-92; na prevenção das enchentes, 179; pavimentadas, 71, 74-75; como ícios jardins, 212-213; árvores em, 196, 212-213.
- Prados de flores silvestres, 216-218.
- Prados, um olhar agreste sobre, 216-218.
- Pragas, 227-235; controle de, 228, 232, 234, 238-240; hábitos de, 228-231, 239; fonte de, 227, 239.
- Predadores, remoção de, 227, 239.
- Problemas ambientais: fatores comportamentais em, 21; coleção de soluções bem-sucedidas para, 284; soluções abrangentes vs. soluções aos, 100-102; "respostas em situações de crise", 290; mudança incrementalista e, 26, 100-102, 254-255; no século XIX vs. século XX, 287; como problemas sociais, 290-294; ferramentas para lidar com, 10-11, 78, 268, 279-285; compreensão vs. solução de, 26-27. *Ver também* problemas específicos.
- Problemas de lixo em, 26, 41, 117, 120, 254; densidade da ocupação e, 272; custos dos, 255-259; reforma cívica do século XIX e, 267-268; em áreas urbanas rurais, 290. *Ver também* poluição do ar; componentes químicos tóxicos; lixo; poluição da água.
- Processos metabólicos: conforto e, 81-82; como fonte de calor, 68-69, 82.
- Programas de pavimentação de ruas, 36.
- Projeto de edifício, 76; e qualidade do ar, 98-99, 101-102; e conservação de energia, 98-99, 101-102, 265, 271-272, 286; e controle de enchentes, 178-179, 184-185, e riscos geológicos, 115, 128, 131-132, 141, 239; e vida animal.
- Pittsburgh, Pensilvânia, 114.
- Planejamento urbano e regional: e qualidade do ar, 97-100; abrangente vs. incrementalista, 99, 101-102, 255; e conservação de energia, 99, 101, 272, 275-278; e riscos geológicos, 127-133, 138-141; e recursos geológicos, 134-135, 138-141; e especialização, 255, 260, 264; e vegetação, 223, 225; e ecossistema urbano, 285; e água, 171-186; e vida selvagem, 248. *Ver também* forma urbana; projeto urbano; usos individuais da terra.
- Plano de Segurança Comunitária (San Francisco), 128-129.
- Plano Diretor de Ecologia Urbana, 126.
- Plano Diretor de Ecologia Urbana para a Califórnia, 138-139.
- Plantago lanceolata* (rancharagem), 43.
- Plantas, 189-220, 323; comunidades de, 201, 205; decadência das, 153; requisitos ambientais das, 204-206; na melhoria da qualidade do ar, 86; introdução da, 29, 42, 217-218; minimizando a irrigação necessária para, 170-171; nutrição das, 207-214; um plano para cada cidade, 221-225; conveniamentos das, 117; remanescentes das comunidades nativas de, 218, 227-228; como recurso, 43, 190, 206, 214-216; auto-regenerativas, 200, 201; ordem de sucessão das, 200-207, 215, 218; requisitos para a sobrevivência das, 204-206, 214; em terrenos baldios, 197, 200, 206; dependência da vida selvagem das, 245; distribuição mundial das, 206. *Ver também* gramíneas; árvores; forração.
- Plantas, 198, 205.
- Pitão, 159.
- Plumley, Harriet, 309.
- Poeta, como polente, 56, 59, 61, 71.
- Poêle, Marcel, 304.
- Poluição da água, 145, 150-155, 253-254, 258; em Boston, 38-40; no Egito, 261; fontes de, 162; vida selvagem e, 230.
- Polição do ar, 26, 55-67, 254, 309-314; níveis "aceitáveis" de, 82; motorador urbano médio e, 255; cidades comparadas por, 62-64; nas cidades coloniais, 44; distribuição da, 62, 72, 78-81; abordagem fragmentada da, 260; melhoria da, 76, 77-102; inversões e, 62-65, 79, 89; maiores fontes de, 59, 78; em ruas-desfiladeiro, 71-72; ao longo das ruas e rodovias, 82-89, 99; vida selvagem em, 228; condições do vento e, 66-67, 72-73, 79-81, 88, 96.
- Polição: custos da, 255-259; abordagem fragmentada da, 260; apatia pública e, 259; do solo, 116-119, 138, 253-254; em ecossistemas urbanos, 269-271. *Ver também* poluição do ar; poluição da água.
- Pombos, 44, 227-228; hábitos de, 230, 239.
- Porcos, problema dos, 43, 232.
- Portland, Oregon, 61.
- Portola Valley, Califórnia, 128.
- Pragas: confortáveis, 89-92; na prevenção das enchentes, 179; pavimentadas, 71, 74-75; como ícios jardins, 212-213; árvores em, 196, 212-213.
- Prados de flores silvestres, 216-218.
- Prados, um olhar agreste sobre, 216-218.
- Pragas, 227-235; controle de, 228, 232, 234, 238-240; hábitos de, 228-231, 239; fonte de, 227, 239.
- Predadores, remoção de, 227, 239.
- Problemas ambientais: fatores comportamentais em, 21; coleção de soluções bem-sucedidas para, 284; soluções abrangentes vs. soluções aos, 100-102; "respostas em situações de crise", 290; mudança incrementalista e, 26, 100-102, 254-255; no século XIX vs. século XX, 287; como problemas sociais, 290-294; ferramentas para lidar com, 10-11, 78, 268, 279-285; compreensão vs. solução de, 26-27. *Ver também* problemas específicos.
- Problemas de lixo em, 26, 41, 117, 120, 254; densidade da ocupação e, 272; custos dos, 255-259; reforma cívica do século XIX e, 267-268; em áreas urbanas rurais, 290. *Ver também* poluição do ar; componentes químicos tóxicos; lixo; poluição da água.
- Processos metabólicos: conforto e, 81-82; como fonte de calor, 68-69, 82.
- Programas de pavimentação de ruas, 36.
- Projeto de edifício, 76; e qualidade do ar, 98-99, 101-102; e conservação de energia, 98-99, 101-102, 265, 271-272, 286; e controle de enchentes, 178-179, 184-185, e riscos geológicos, 115, 128, 131-132, 141, 239; e vida animal.

- Projeto paisagístico: estético do, 197-201; qualidade do ar e, 86; na cidade celest, 295-298; em Dayton, 93-95; tradi-
ção holandesa de, 214-216; na prevenção
de enchentes, 162-165, 175-178; riscos
geológicos e, 120-122, 131-132; consu-
mo de energia e, 254; na redução de des-
lizamentos, 132; no Mediterrâneo, 170;
problemas de planejamento no, 255; con-
servação da água e, 168-171, 296. Ver
lumben parques; espaços livres.
- Projeto para Programa de Conservação
(Missouri), 238.
- Projeto urbano: poluição do ar e, 58, 66-
67, 76; para a saúde, conforto e eficiên-
cia energética, 92-100; estratégia abran-
gente no, 92-100, 183-186, 221-225; es-
tratégia pontual no, 100, 102; transfe-ri-
da da tecnologia e, 262; natureza na ci-
dade, 27-45; de conservação e recupera-
ção de água 171-186; para a vida secula-
rizm, 246-247. Ver *lumben* projeto de
edifício; forma urbana; planejamento ur-
bano e regional; projeto paisagístico.
- Prospect Park (Brooklyn), 199.
- Pry, Paul, 151.
- Pyrene (cidade celest), 299.
- Quandis* (túncis), 159-160.
- Quabbin, Reservatório, 41, 157.
- Radburn, Nova Jersey, 49.
- Raiva, transmissão de, 231.
- Rapid City, Dakota do Sul, enchentes em,
148.
- Rasmussen, Steen Eiler, 304.
- Raios, 44, 227-228; controle de, 229, 233;
habitais de, 228-231; população humana
ver, 228.
- Recintos conselheiros, 90-92.
- Recursos: conservação e exploração dos,
134-138, 141; plantas como, 43, 190,
206, 214-216; relação do lixo com, 254-
255, 275-278; desperdício de, 116, 120,
253-254.
- Reforma cívica, no século XIX, 45, 47-49,
75, 190-191, 267-268.
- Refúgios da vida animal, 172, 242-243,
276.
- Regent's Park (Londres), 44, 237, 238,
241.
- Região fisiográfica, 28, 300.
- Região fisiográfica, 28, 300.
- Regiões metropolitanas, 296, 300.
- Relatório Anual (Conselho sobre a Quali-
dade Ambiental), 308.
- Relatório Geológico dos EUA, 126, 314,
318.
- Represas, 148.
- Reps, John W., 304.
- Reservatórios, 41, 156, 167, 261; poluição
dos, 154; subterrâneos, 161, 171.
- Reston, Virgínia, 49.
- Revolução das Águas Urbanas, 291.
- Revolução das Águas, nas cidades infernais,
291.
- Richardson, Benjamin Ward, 304.
- Rio, leito do, relação da várzea com, 148.
- Falta de profundidade do, 147.
- Riscos geológicos, 105-141, estratégia
dos, 106, 112, 192-193; proteção
contra, 125-141.
- Rittenhouse, Square (Filadélfia), 272.
- River Dell (rio Dayton), 212.
- Riverway (Boston), 165-166.
- Roadside, Virgínia, 154.
- Roberts, Bruce R., 323.
- Robinson, G. D., 314.
- Rock Creek Park (Washington, D.C.), 44,
75, 238; vida selvagem no, 241-243.
- Rodovias, 83, 85, na cidade celest, 296-
297; elevadas vs. fechadas, 79; desliza-
mento durante construções de, 111; pro-
gramas de plantio em, 96; qualidades cênica-
s longas das 72-73, 86; qualidades cênica-
s das 213; seleção de áreas para, 88; áreas
agressivas urbanas ao longo das, 216. Ver
lumben ruas.
- Rodríguez Cabrillo, Juan, 64.
- Rogers, W. P., 314.
- Roma antiga, 304; aquedutos da, 159-160;
adaptações climáticas na, 77; poluição
na, 56.
- Roterdã, Holanda, 89.
- Roxbury (Boston), 32, 38, 201.
- Ruas comunitárias, 83.
- Ruas locais, 83-85, 88.
- Ruas-desfiladeiro, 71-73; ventilação de,
72-73.
- Ruas arteriais, 83, 85, 88-89; na cidade
celest, 296; coletores, 83-84, 88-89.

- prédios para, 175; em Woodlands, 26, 161, 180-183.
- Skyline Urban Renewal District (Denver), 179-180.
- Smag; criação da palavra, 58; em Londres, 57-58; fotográfico, 56-61.
- Snow, John, 151.
- Solo, 136, 314; qualidade do ar e, 86; com-pactação do, 118-123, 196, 209; conta-minação do, 116-119, 138, 254; efeitos da crvas daninhas no, 206; crescimento do, 147, 261; síndrome da "xícara de chá", 196, 210-211, 223; em terrenos baldios, 197, 206.
- Solos, Serviço de Conservação dos Solos, EUA, 120, 136, 314.
- Sopa de Monstros, 151.
- South Platte, rio, 26; enchente do, 149.
- Spokane, Washington, 150.
- Springfield, Missouri, 238.
- St. Louis, Missouri, 70; inundação em, 147, 167.
- Stearns, Forest, 328.
- Stiern, Arthur, C., 309.
- Strieter ("passato"), 89.
- Stuigart, Alemanha, 26, 78, 179; padões de fluxos de ar em, 97-99; distritos de aquecimento em, 275-276; precedentes antigos para, 289-290; inversões térmicas em, 65, 96, 98.
- Subúrbios, 21, 51-52, 265; ilusão da fuga para os, 290; variação de temperatura nos, 67; como barreira entre a cidade e o campo, 51.
- Sukopp, Herbert, 314.
- Sunidours, 115.
- Sylvan, Califórnia, dano de terremoto em, 110.
- Tânsia, a poluição do rio, 151, 153, 231.
- Tampa, Flórida, 155.
- Tapioia, Finlândia, aproveitamento do ca-lor dos resíduos em, 275.
- Tecnologia, transferência de, conveniência da, 262.
- Teca, lta, plantio de árvores em, 262.
- Telhados: águas escoadas nos, 162-163, 178-180; jardins nos, 99, 213, 295; "mo-lhados", 99, 179.
- Temperatura: registros da, nas cidades, 96, conforto e, 81-82.
- comunidades pelo ar próximo, 72-73, 85, 87; contaminadas pelo solo próximo, 86, 117; família, 83; metéorita do ar ao longo das, 82-89, 99; locais, 83-85, 88; como ambientes sociais, 83-84; tipos de, 83; largura das, 82, 88-89, 99. *Ver tam-bém* vias expressas.
- Russell Square (Londres), 212.
- Rydell, C. Peter, 309.
- Sai, como contaminante, 117.
- Salino, ciclo do, 276-277.
- San Andreas, falha de, 109, 128.
- San Antonio, Texas, 157.
- San Fernando, terremoto de, 109-110.
- San Francisco, Califórnia: terremotos em, 35-36, 106, 108, 128-131; áreas aterradas em, 35, 108, 115.
- Satélites na coleta de informações, 268.
- 283.
- Saúde: ateros sanitários como risco para a, 116-117; pragas e animais de estimação vs., 227-228, 232; hidroclínicas vs., 37-38; importância da água para, 158. *Ver também* montes; docas.
- Schmid, James A., 323.
- Schwarz, Gretchen, 309.
- Seattle, Washington, 61, 92, 131.
- Secretaria de Esporte, Pesca e Vida Selva-rem, EUA, 246.
- Secretaria de Proteção Ambiental (EPA) comunal Protection Agency - EPA, EUA, 136, 152-154, 257-258, 277, 318.
- Secretaria de Proteção Ambiental (EPA), 232.
- Sedimento, esgoto, 276-278, 284.
- Sciélio, mveis de, 154.
- Senaguerbe, 45, 203.
- Sêneca, Lúcio Anco, 56.
- Serviço Florestal, EUA, 221-223.
- Serviço Nacional dos Parques, 204, 221-223, 234.
- Shopping center, ilhas de calor de, 70.
- Sierra Club, 192.
- Síndrome da "xícara de chá", 196, 210-211, 223.
- Sistemas, 21, 52, 269, 271; cidade como, 259, 268-269, 286; fechado vs. aberto, 270, 273-274; social, 263. *Ver também* ecossistema; urbano; modelos.
- Sistemas de drenagem, 146-148, 150, 158, 165, 167, 260, 284; taxas sobre os pro-

- Terra, *ver lumbelm* terreno; solo.
- Terraplenagem, regulamentos, 132-133.
- Terremotos, 106-110, 120; efeitos em aterros, 35, 108; áreas de risco de, 107-108; mapeamento de, 107, 127; medidas preventivas contra, 120, 128-131, 299; principais zonas de, 127; reconstrução após, 131.
- Terreno, 105-141; insabitabilidade do, 106-115; afundamento do, 105-106, 113-115, 133, 260. *Ver lumbelm* solo.
- Terrenos baldios; jardins em, 136-137; vegetação em, 197, 200, 206, 218.
- Theodorshausstrasse (Stuttgart), 99.
- Theory of Good City Form* (Lynch), 304.
- Thijssen, Jacques, 214.
- Thomas, William L., 307.
- Tiergarten (Berlim), 237.
- Toledo, Ohio, 61.
- Tôquio, baía de; afundamento da, 105, 114.
- Tôquio, Japão, 35, 140, 207; enchentes em, 105, 114; afundamentos do solo em, 133; aterros em, 35.
- Toronto, Canadá, 218, 233, 269; poluição atmosférica estudada em, 72; inventário ambiental de, 279-280; planejamento em, 280.
- Toronto, Waterfront Project, 280.
- Tourobster, J. P., Toby, 318.
- Towns and Buildings (Rasmussen), 304.
- Trabalho familiar, 100.
- Tradição urbana, descon continuidade da, 290.
- Trânsito, acidentes de, 56.
- Trânsitos; proibidos e, 89, 99; regras de, 82-89, 99, 272-273.
- Transporte; na cidade cecistal, 296; no desenvolvimento dos subúrbios, 51; de metrô, 116; no ecossistema urbano, 272.
- Ver lumbelm* autoônveis; ferrovias; ruas.
- Tree Ecology and Preservation* (Bernaltzy), 323.
- Tsunami, 109, 114, 149.
- Tucson, Arizona, poluição do ar em, 64.
- Túnel de vento, 81, 93.
- Unidade, conforto e, 81.
- Universidade Técnica de Berlim, 218.
- Unter den Linden (passage de Berlim), 208.
- Urban Climate. The (Landisberg)*, 309.
- Urban Climatology and its Relevance to Urban Design* (Chandler), 309.
- Vlasen, Raymond D., 328.
- Vitruvio, 77, 290.
- Viena, Áustria, 89, 207.
- 182.
- todas as cidades, 248, em Woodlands.
- 227, 231; contat negatvo com a, 238; domésticos vs., 44; ameaas nos habitats
- 249; diversificação de, 239-245; animais
- 228, 234; projeto de habitats para, 237.
- 233, 243-345; visões conflitantes em.
- Vida animal, 227-249; em Boston, 43-44.
- Vias coltoas, 83-84, 88-89.
- (Sylvan), 110.
- Veicnos, Hospital de Administração dos
- Verex Corporation, 214.
- de vales, 80-81.
- costeiro, 80; ilha de calor urbano e, 69;
- vocado por, 45, 74; inversões e, 66, 72;
- 272; em Dayton, 92-94; desconforo pro-
- 81, 88, 96-97; em volta dos edifícios, 81.
- Vento; poluição do ar e, 66-67, 72-73, 79;
- 96, 98-99.
- Ventilação, qualidade do ar e, 79, 88-89.
- afundamento do solo em, 133.
- Vegeta, lilia; fundação em, 113-114.
- Vegetação. *Ver* plantas, árvores.
- Vazamentos, perda de água por, 157.
- 276.
- Vázcas, sistemas de tratamento por, 168.
- 174.
- Vázcas na prevenção das enchentes, 172-
- 181-182.
- nâmica das, 148-149, em Woodlands.
- Vázcas; constrúes em, 148-150, 162; di-
- 196-197.
- Vandalismo, como ameaas às árvores.
- 196-197.
- Wierich, Holanda, 216.
- subúrbios como, 51.
- Utopia, 47, 304; cidades-jardim como, 49.
- Utopia (More), 47.
- Uigard, R. O., 314.
- de Marcus, eds.), 308.
- Urbanization and Environment* (DeWyl-
- ruas de, 118.
- Urbana, Illinois; elementos na poeira das
- nia, 138-139.
- Urban Ecology Muster Plan for Cultu-*
- eds.), 328.
- Urban Ecosystem. The* (Stearns e Montag-

- White, Monon e Lucia, 304.
 Whitehill, Walter Muir, 304.
 Wiesbaden, Alemanha, 86.
 Wise, A. F. E., 309.
 Wohlbereitich, 85.
 Wolman, Abel, 255-256.
 Woodlands, Texas, 275, 284; problemas com o sítio para, 181; sistema de drenagem em, 26, 161, 181-183; vida animal em, 238, 246.
 Wooneven ("pátios residenciais"), 84, 88
 Xisto, como material de construção, 27-28.
 Xylonia (cidade celestial), 297.
 Youngstown, Ohio, afundamento do solo em, 114.
 Zaitzevsky, Cynthia, 304.
 Zemyanitsky, L. T., 314.
 Zonas de falhas, 109, 127-128.
 Zurich, Suíça, 26, 204; programa de reforestação em, 221.
 Wallace McIlarg Roberts & Todd, 181.
 Wandsworth Common (Londres), 241.
 Waring, George, 268.
 Warner Jr., Sam Bass, 304.
 Washington, D. C.: manejo da paisagem em, 221-223; parques em, 44, 75, 221, 233-235, 238, 241-245; escolha do sítio para, 27; degradação do solo em, 120, 222; árvores em, 196, 199, 209-210, 221, 223, 233; experimentos com grama queda, 28; reciclagem do lixo em, 278; problemas da vida selvagem em, 233-234.
Water for the Cities (Blake), 318
Water in Environmental Planning (Dunne e Leopold), 318
 Wentall (Garden (Seattle), 92.
 Weaver Jr., Richard E., 323.
 Weiner, David R., 304
 Welchyn, Inglaterra, 49.
 Westmacott, Richard, 318.
 White Rock, escarpa de (Dallas), 28-282.

UNAMA
 BIBLIOTECA CENTRAL

